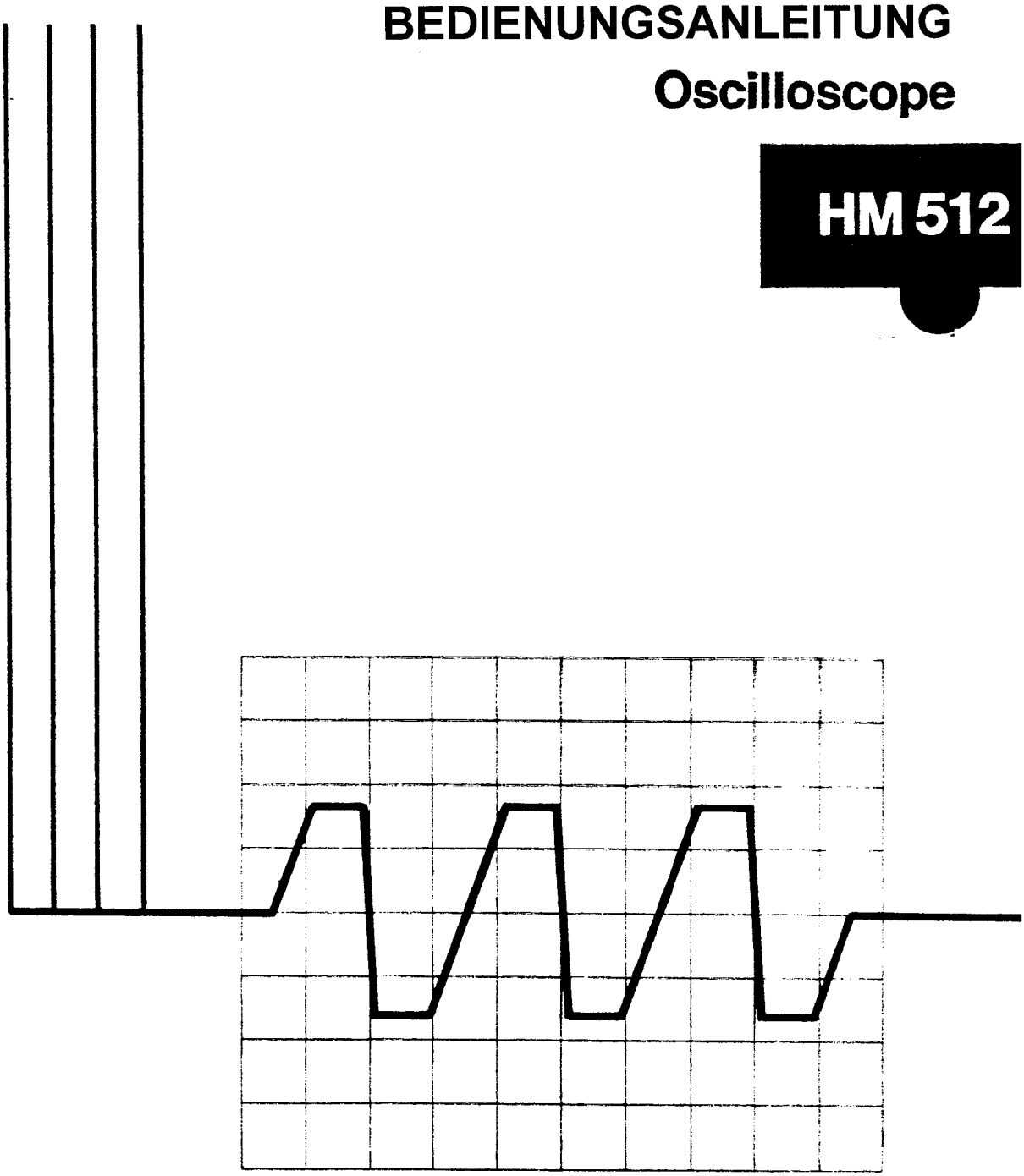
BEDIENUNGSANLEITUNG

Oscilloscope

HM 512



HAMEG MESSTECHNIK

HAMEG

OSZILLOSKOP HM 512-7

BF480

Technische Daten

Betriebsarten
Kanal I, Kanal I und II,
Kanalumschaltung alt. und chop.
(Chopperfrequenz ca. 1MHz)
Addition Kanal I + II
Differenz mit invert. Kanal I
XY-Darstellung, Verhältnis 1 : 1
(X-Signal über Kanal II)

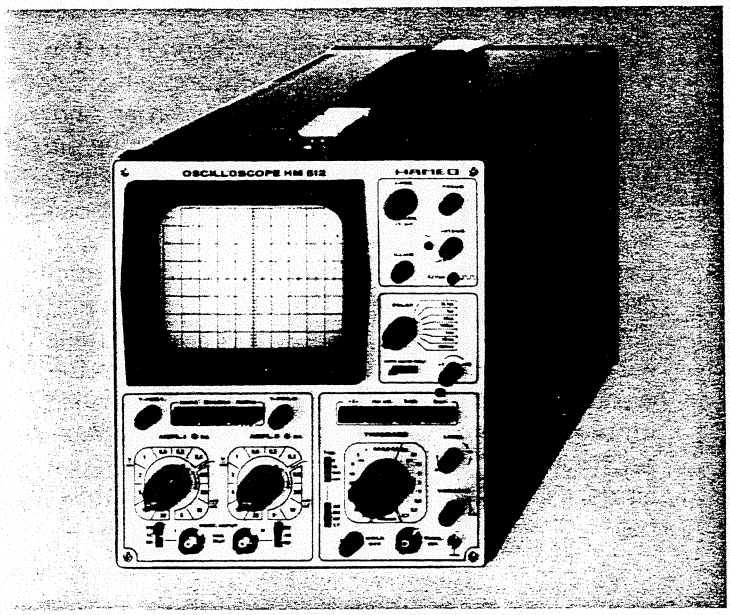
Vertikal-Verstärker Y
Frequenzbereich beider Kanäle
0 - 50MHz (-3dB), 0 - 65MHz (-6dB)
Anstiegszeit ca. 7ns
Überschwingen maximal 1%
Ablenkkoeffizienten: 12 calibr. Stell.
von 5mVss - 20Vss/cm (1-2-5 Teilung),
mit Feinreg. 2,5 : 1 uncal. bis 50Vss/cm
Toleranz der calibr. Stellungen ± 3%
Eingangsimpedanz 1MOhm // 25pF
Eing. umschaltbar: DC-AC-GD
Max. zul. Gleichsp. am Eingang 500V
Linearitätsfehler max. 2%
Verzögerungsleitung (95ns)

Zeitbasis
Ablenkkoeffizienten: 23 calibr. Stell.
von 2s - 100ns/cm (1-2-5 Teilung),
bei Dehnung x5 bis 20ns/cm,
mit Feinregl. uncalibr. bis 6s/cm
Toleranz der calibr. Stellungen ± 3%
Ablenkverzögerung: 7 Stellungen
von 100ns - 1s, mit Feinregler 1:10
Funktionen: normal, suchen, verzögert
Triggerung autom. od. m. einstellb. Niveau
von Kanal I, II, I/II u. ext.: pos. u. neg.
Triggerkopplung AC, DC, HF od. LF
Einzelbildauslös. (Single-Reset m. LED)
Variable Holdoff-Zeit mind. 10:1
Triggerempfindlichkeit: < 5mm
im Frequenzbereich 0 - 70MHz

Horizontal-Verstärker X
Frequenzbereich 0 - 4MHz (-3dB)
Ablenkkoeffizienten: 12 calibr. Stell.
von 5mVss - 20Vss/cm (1-2-5 Teilung),
mit Feinreg. 2,5 : 1 uncal. bis 50Vss/cm
Eingangsimpedanz 1MOhm // 25pF
(Eingang über Kanal II)

Sonstiges
Strahlröhre D 13-650 mit 13cm Ø
Gesamtbeschleunigung mit 12kV
Rasterbeleuchtung kontinuierl. regelbar
Eingebauter Rechteckgenerator 1kHz
für Tastteiler-Abgleich (0,2Vss ± 1%)
Eingang für Z-Modulation (TTL-Pegel)
Elektron. Stabilisierung inkl. Hochspann.
Netzanschluß für 110, 127, 220, 237V
Zul. Netzspannungsschwankung ± 10%
Leistungsaufnahme ca. 43 Watt
Gewicht ca. 9,5kg
Gehäuse 212x237x380mm, anthrazit
mit Griff und Aufstellbügel

Änderungen vorbehalten



Bandbreite 0-50MHz **Verzögerbare Zeitbasis**
Verzögerungsleitung **Einzelbildauslösung**

Der HM 512 ist ein Universal-Oszilloskop für Labor und Service mit großer Genauigkeit. Der max. Fehler beträgt in beiden Ablenkrichtungen ± 3%. Mit der eingebauten Verzögerungsleitung wird auch die Triggerflanke des aufzuzeichnenden Signals sichtbar gemacht. Die von HAMEG neu entwickelte LPS-Technik ermöglicht jitterfreies Triggern bis mind. 70MHz. Besonders schwer triggerbare Signalarten können durch Unterdrückung unerwünschter Triggerphasen immer sicher stehend aufgezeichnet werden. Die in einem großen Bereich verzögerbare Zeitbasis gestattet eine über tausendfache Vergrößerung kleinster Ausschnitte der Zeitablenkperiode. Die Strahlröhre arbeitet mit einer Beschleunigung von 12kV. Das Schirmbild ist daher besonders hell und scharf.
Auflösung und Bandbreite des HM 512 erlauben u. a. den Einsatz in der Nachrichten- und Datentechnik. Mit entsprechenden Wandlern ist auch die Aufzeichnung nichtelektrischer Größen möglich.

Lieferbares Zubehör

Tastteiler 10:1 und 100:1, Demodulatortaster, verschiedene Meßkabel, Vierkanal-Vorsatz, Lichtschutztubus, Tragetasche, Componenten-Tester, Gerätewagen, Registrierkamera.

Allgemeines

Im HM 512 sind viele technische Besonderheiten verwirklicht, die wegen ihres Aufwandes bei Geräten tieferer Preisklasse nicht realisierbar sind. Im Vordergrund steht dabei jedoch immer ein günstiges Preis-Leistungsverhältnis. Der Aufbau ist übersichtlich. Die verschiedenen Baugruppen sind auf insgesamt 9 Leiterplatten untergebracht. Durch gemischte Anwendung monolithisch integrierter Schaltkreise und diskreter Elemente und durch Selektion datenbestimmender Bauteile wird ein hoher Qualitätsstandard erreicht. Bedienungs- und Servicehinweise sind ausführlich im beiliegenden Manual behandelt. Für die Aufzeichnung sehr langsam verlaufender Vorgänge ist der HM 512 auch mit Nachleuchtröhre lieferbar.

Betriebsarten

Der HM 512 ist für 1- oder 2-Kanalbetrieb verwendbar. Die Aufzeichnung zweier, in Zeit und Amplitude verschiedener Vorgänge kann nacheinander (alternating mode) oder durch vielfaches Umschalten der Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode (chopped mode) erfolgen. Im alternierenden Betrieb ist es möglich, das interne Triggersignal den zwei Kanälen wechselweise zu entnehmen. Dann können beide Eingangssignale auch asynchron sein oder sich gegenseitig gleitend ändern. Bei gleichzeitiger Einschaltung beider Kanäle können zwei Signalspannungen addiert werden. In Verbindung mit invertiertem Kanal I ist auch die Darstellung der Differenz möglich. Alle angeführten Betriebsarten sind mit nur 3 Tasten einzustellen. Bei externer Horizontalablenkung (XY-Betrieb) wird das X-Signal über Kanal II zugeführt. Eingangsimpedanz und Ablenkkoeffizient sind dann in beiden Richtungen gleich.

Vertikalablenkung

Der HM 512 hat diodengeschützte FET-Eingänge in beiden Vorverstärkern. Diese werden über einen elektronischen Umschalter einzeln, wechselweise oder zusammen an den Y-Endverstärker geschaltet. Der Umschalter arbeitet mit bistabil gesteuerten Diodengattern. Als Steuersignal wird für altern. Betrieb der Helltastimpuls des Ablenkgenerators und bei Chopperbetrieb ein 1MHz-Signal benutzt. Dabei auftretende Schaltimpulse werden ausgetastet. Zwischen den Diodengattern und dem Y-Endverstärker liegt eine symmetrische Verzögerungsleitung, welche das Y-Signal etwa um die dreifache Ansprechzeit der Zeitbasis verzögert. Eingangsstufen und Vorstufen sind in leicht auswechselbare Einheiten zusammengefaßt. Alle Eingangsteilerstellungen sind frequenzkompensiert. Selektierte FETs und monolithisch integrierte Bausteine sorgen für sehr geringe Drift. Zur einwandfreien Triggerung höherer Frequenzen liegen die Bandbreiten der Vorverstärker bei 75MHz. Die Bandbreite des gesamten Y-Verstärkers wird im wesentlichen von der Y-Endstufe bestimmt. Die angegebenen Werte beziehen sich auf -3dB (70% von 60mm).

Zeitablenkung

Durch Verwendung schneller monolithisch integrierter Bauelemente konnte der Frequenzbereich der internen Triggerung auf über 70MHz festgelegt werden. Die obere Grenzfrequenz für externe Triggerung liegt weit über 100MHz. Dies wird u. a. durch einen Spannungskomparator extrem kurzer Anstiegszeit mit TTL-Ausgangspegel erreicht. Ein duales Daten-Flip-Flop steuert den Ablenkgenerator, die Helltastung und die Triggerfreigabe sowie das An- und Abschalten des Automatik-Sensors. Die Helltastung der Strahlröhre wird über einen spannungsfesten Optokoppler bewirkt. Das Triggersignal wird wahlweise gleich- oder wechselspannungsgekoppelt oder über Filter (HF bzw. LF zugeführt. Auch komplizierte Signalgemische lassen sich mit Hilfe der variablen Holdoff-Zeit einwandfrei triggern. Im Single-Betrieb können einmalige Ereignisse dargestellt werden.

Für die stark gedehnte Aufzeichnung von Signalausschnitten aus einer Zeitablenkperiode besitzt der HM 512 eine Ablenkverzögerung. Begrenzt durch die kürzeste Ablenkzeit können z. B. bis zum Ablenkbereich 10µs/cm Signalausschnitte zeitlich weit über 1000-fach gedehnt dargestellt werden. In den darunterliegenden Bereichen sind noch größere Dehnungen möglich. Der Einsatzpunkt derselben ist vorwählbar oder läßt sich kontinuierlich über die Signalperiode verschieben. Besonders für die Analyse von komplexen Signalgemischen (z. B. Farbfernsehsignal) ist dies sehr vorteilhaft.

Allgemeines

Der neue HM512 ist in seiner Bedienung ebenso problemlos wie alle seine Vorgänger. Technologisch bietet er den neuesten Stand der Technik. Dies drückt sich besonders in der verstärkten Anwendung monolithisch integrierter Schaltkreise aus. Die Anordnung der Bedienungselemente ist so logisch, daß man bereits nach kurzer Zeit mit der Funktionsweise des Gerätes vertraut sein wird. Jedoch selbst im Umgang mit Oszilloskopen Erfahrene sollten die vorliegende Anleitung gründlich durchlesen, um vor allem beim späteren Gebrauch auch die Kriterien des Gerätes genau zu kennen.

Die Frontplatte ist, wie bei allen HAMEG-Oszilloskopen üblich, entsprechend den verschiedenen Funktionen in Felder aufgeteilt. Rechts oben, neben dem Bildschirm, befinden sich die Organe für Inbetriebnahme, Strahlbeeinflussung und horizontale Position. Darunter liegt das umrahmte Bedienungsfeld der Ablenkverzögerung. Unterhalb der Bildröhre befindet sich die Bedienung für die beiden Ablenkrichtungen. Das linke Feld ist für die Wahl der Betriebsart des Meßverstärkers und die Anpassung an das Meßsignal vorgesehen. Rechts daneben befindet sich die Bedienung der Zeitbasis (Triggerung und Ablenkzeit).

Alle Details sind so ausgelegt, daß auch bei Fehlbedienung kein größerer Schaden entstehen kann. Die Drucktasten besitzen im wesentlichen nur Nebenfunktionen. Man sollte daher bei Beginn der Arbeiten darauf achten, daß keine der Tasten eingedrückt ist. Die Anwendung richtet sich nach dem jeweiligen Bedarfsfall. Zur besseren Verfolgung der Bedienungshinweise ist das am Ende der Anleitung befindliche Frontbild herausklappbar, so daß es immer neben dem Anleitungstext liegt.

Der HM 512 erfaßt alle Signale von Gleichspannung bis zu einer Frequenz von mind. 50MHz. Bei sinusförmigen Vorgängen liegt die obere Grenze sogar bei 80-100MHz. Allerdings ist in diesem Frequenzbereich die vertikale Aussteuerung des Bildschirmes auf ca. 6cm begrenzt. Außerdem wird dann auch die zeitliche Auflösung problematisch. Beispielsweise wird bei ca. 50MHz und der kürzesten einstellbaren Ablenkzeit (20ns/cm) alle 1cm ein Kurvenzug geschrieben. Die max. Toleranz der angezeigten Werte beträgt in beiden Ablenkrichtungen nur ± 3%. Alle zu messenden Größen sind daher relativ genau zu bestimmen. Jedoch ist beim Vertikalverstärker zu berücksichtigen, daß sich ab ca. 20MHz der Meßfehler mit steigender Frequenz ständig vergrößert. Dies ist durch den Verstärkungsabfall der Meßverstärker bedingt. Bei 30MHz beträgt der Abfall etwa 10%. Man muß daher bei dieser Frequenz dem gemessenen Spannungswert ca. 11% hinzuaddieren. Da jedoch die Bandbreiten der Meßverstärker differieren (normalerweise zwischen 50 und 60MHz), sind die Meßwerte in den oberen Grenzbereichen nicht so exakt definierbar. Hinzu kommt, daß – wie bereits erwähnt – oberhalb 60MHz mit steigender Frequenz auch die Aussteuerbarkeit des Bildschirmes stetig abnimmt. Der Meßverstärker ist so ausgelegt, daß die Übertragungsgüte nicht durch eigenes Überschwingen beeinflußt wird.

Die Masse des Gerätes ist **nicht** mit dem Schutzleiter des Netzes verbunden. Das Auftreten von 50Hz-Brummspannungen im Meßkreis durch die Verbindung mit anderen Netzanschlußgeräten ist daher nicht möglich. Trotzdem darf der HM512 aus Sicherheitsgründen nur an vorschriftsmäßigen Schukosteckdosen betrieben werden. Damit wird gewährleistet, daß die erste Netztrafo-Schutzwicklung mit dem Netz-Schutzleiter verbunden ist.

Bei der Aufzeichung von Signalen mit hochliegendem Nullpotential ist zu beachten, daß dieses auch am Gehäuse des Oszilloskops liegt. Spannungen bis 40V sind ungefährlich. Höhere Spannungen können jedoch lebengefährlich sein. Es sind dann unbedingt besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich, die von kompetenten Fachleuten überwacht werden müssen.

Zur Schonung der Strahlröhre sollte immer nur mit jener Helligkeit gearbeitet werden, die Meßaufgabe und Beleuchtung gerade erfordern. Besondere Vorsicht ist bei stehendem punktförmigen Strahl geboten. Zu hell eingestellt, kann er die Leuchtschicht der Röhre beschädigen. Ferner schadet es der Kathode der Strahlröhre, wenn das Oszilloskop oft kurz hintereinander aus- und eingeschaltet wird.

Achtung:
Trotz Mumetall-Abschirmung der Bildröhre lassen sich erdmagnetische Einwirkungen auf die horizontale Strahllage oft nicht ganz vermeiden. Manchmal kann sich aber auch durch starke Erschütterungen beim Transport die Bildröhre selbst etwas verdrehen. In beiden Fällen verläuft die horizontale Strahllinie in Schirmmitte nicht exakt parallel zu den Rasterlinien. Die Korrektur weniger Winkelgrade ist am Trimmer hinter der mit "TR" bezeichneten Öffnung möglich. Eine evtl. nötige Änderung der Bildröhrenlage ist in der Service-Anleitung beschrieben.

Garantie

Jedes Gerät durchläuft vor dem Verlassen der Produktion einen etwa 10-stündigen Test. Im intermittierenden Betrieb wird dabei fast jeder Frühausfall erkannt. Dennoch

ist es möglich, daß ein Bauteil erst nach längerer Betriebsdauer ausfällt. Daher wird auf alle HAMEG-Geräte eine Funktionsgarantie von 12 Monaten gewährt. Voraussetzung ist, daß im Gerät keine Veränderungen vorgenommen wurden. Für Versendungen per Post oder Bahn wird empfohlen, die Originalverpackung sorgfältig aufzubewahren. Transportschäden werden bei unzureichender Verpackung von den genannten Behörden nicht ersetzt.

Betriebsbedingungen

Zulässiger Umgebungstemperaturbereich während des Betriebs: +10°C ... +40°C. Zulässiger Temperaturbereich während der Lagerung und des Transports: −40°C ... +70°C. Bei einer Taupunkt-Unterschreitung (Bildung von Kondenswasser) muß die Akklimatisierungszeit vor dem Einschalten abgewartet werden. In extremen Fällen (Oszilloskop stark unterkühlt) ist bis zur Inbetriebnahme eine Wartezeit von etwa 2 Stunden erforderlich. Das Gerät ist zum Gebrauch in sauberen, trockenen Räumen bestimmt. Es darf also nicht bei besonders großem Staub- und Feuchtigkeitsgehalt der Luft sowie bei agressiver chemischer Einwirkung betrieben werden. Die Betriebslage des Gerätes ist an sich beliebig; jedoch muß die Luftzirkulation (Konvektionskühlung) unbehindert bleiben. Deshalb sollte das Gerät im Dauerbetrieb vorzugsweise in horizontaler Lage oder mit Aufstellbügel schräg aufgestellt benutzt werden.

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Bei Lieferung ist das Gerät auf 220V Netzspannung eingestellt. Die Umschaltung auf andere Spannungen erfolgt am Netztrafo. Die Netzsicherung muß selbstverständlich der geänderten Netzspannung entsprechen und — wenn erforderlich — ausgetauscht werden. Art der Umschaltung und Sicherungsstärken sind in der Service-Anleitung angegeben.

Es wird empfohlen, bei Beginn der Arbeiten keine der Tasten einzudrücken. Alle blauen Bedienungsknöpfe mit Pfeilen haben eine calibrierte Stellung. Sie sollen zunächst in der rechten Anschlagstellung stehen, ausgenommen der "LEVEL"-Regler, der nach links auf "AT" eingerastet wird. Die Striche der grauen Knopfkappen sollen etwa senkrecht nach oben zeigen (Mitte des Einstellbereiches). Besonders zu beachten ist, daß sich der "Delay"-Schiebeschalter im Bedienungsfeld für die Ablenkverzögerung in Stellung "norm." befindet. Ferner müssen beide links vom "TIMEBASE"-Schalter angebrachten Schiebeschalter in der obersten Stellung stehen.

Mit der rechts neben der Schirmblende sitzenden Netztaste wird das Gerät in Betrieb gesetzt. Die aufleuchtende Leuchtdiode zeigt den Betriebszustand an. Wird nach einer Minute Anheizzeit kein Strahl sichtbar, ist möglicherweise der "INTENS."-Regler nicht genügend aufgedreht, oder der Kippgenerator wird nicht ausgelöst. Außerdem können auch die "POS."-Regler verstellt sein. Es ist dann nochmals zu kontrollieren, ob entsprechend den Hinweisen alle Knöpfe und Schalter in den richtigen Positionen stehen. Dabei ist besonders auf den "LEVEL"-Regler zu achten. Ohne angelegte Meßspannung wird die Zeitlinie nur dann sichtbar, wenn sich dieser am linken Anschlag (Stellung "AT") befindet. Erscheint nur ein Punkt (Vorsicht Einbrenngefahr!), ist wahrscheinlich die Taste "Hor. ext." gedrückt. Sie ist dann auszulösen. Ist die Zeitlinie sichtbar, wird am "INTENS."-Regler eine mittlere Helligkeit und am Knopf "FOCUS" die maximale Schärfe eingestellt. Dabei sollten die "AC-DC"-Schalter der Y-Eingänge in Massestellung ("GD") stehen. Die Eingänge der Meßverstärker sind dann kurzgeschlossen. Damit ist sichergestellt, daß keine Störspannungen von außen die Fokussierung beeinflussen können. Eventuell an den Y-Eingängen anliegende Signalspannungen werden in Stellung "GD" nicht kurzgeschlossen.

Korrektur der DC-Balance

Nach einer gewissen Benutzungszeit ist es möglich, daß sich die Eigenschaften der FET in den Eingängen der Meßverstärker etwas verändert haben. Oft verschiebt sich dabei auch die DC-Balance des Verstärkers. Dies erkennt man daran, daß sich beim Durchdrehen des Feinreglers am Eingangsteiler die Strahllage merklich ändert. Wenn das Gerät die normale Betriebstemperatur besitzt bzw. mind. 20 Minuten in Betrieb gewesen ist, sind Änderungen unter 1mm nicht korrekturbedürftig. Größere Abweichungen werden mit Hilfe eines kleinen Schraubenziehers, welchen man in die Öffnung oberhalb des "Y-AMPL."-Schalters einführt, an dem etwa 30mm dahinterliegenden Balance-Trimmer korrigiert. Es handelt sich dabei um einen Wendelpot-Trimmer, so daß für die Korrektur u. U. eine größere Anzahl Umdrehungen notwendig ist. Während der Korrektur (Ablenkkoeffizient 5mV/cm; Eingangskopplung-Schiebeschalter auf "GD") wird der Feinregler ständig hin und her gedreht. Sobald sich dabei die Strahllage nicht mehr ändert, ist die DC-Balance richtig eingestellt. Für Kanal II ist die Taste "Mono/Dual" zu drücken.

Art der Signalspannung

Mit dem HM 512 können praktisch alle Signalarten oszilloskopiert werden, deren Frequenzspektrum unterhalb 50MHz liegt. Die Darstellung einmaliger Vorgänge von weniger als 1Sekunde Dauer ist nur fotografisch möglich. Einfache elektrische Vorgänge, wie sinusförmige HF- und NF-Signale oder 50Hz-Brummspannungen, sind in jeder Hinsicht problemlos. Bei der Aufzeichnung rechteck- oder

impulsartiger Signalspannungen ist zu beachten, daß auch deren Oberwellenanteile übertragen werden müssen. Die Bandbreite des Meßverstärkers muß daher wesentlich höher sein als die Folgefrequenz des Signals. Eine genauere Auswertung solcher Signale mit dem HM 512 ist deshalb nur bis ca. 5MHz Folgefrequenz möglich. Schwieriger ist das Oszilloskopieren von Signalgemischen, besonders dann, wenn darin keine mit der Folgefrequenz ständig wiederkehrenden höheren Pegelwerte enthalten sind, auf die getriggert werden kann. Dies ist z. B. bei Burst-Signalen der Fall. Um auch dann ein gut getriggertes Bild zu erhalten, ist u. U. die Zuhilfenahme des Zeit-Feinreglers oder des "HOLD-OFF"-Reglers (zeitliche Verzögerung der Trigger-Freigabe) erforderlich. Fernseh-Video-Signale sind relativ leicht triggerbar. Allerdings muß bei Aufzeichnungen mit Bildfrequenz der obere Triggerwahlschalter in Stellung "LF" stehen. Dann werden die schnelleren Zeilenimpulse so weit abgeschwächt, daß bei entsprechender Pegeleinstellung leicht auf die vordere oder hintere Flanke des Bildimpulses getriggert werden kann.

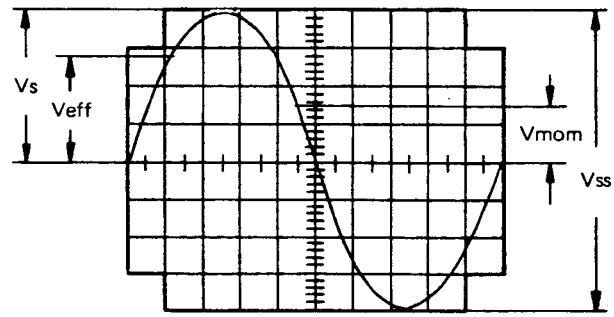
Bei der Aufzeichnung sehr niederfrequenter Impulse können bei AC-Betrieb des Meßverstärkers störende Dachschrägen auftreten. In diesem Fall ist, wenn die Signalspannung nicht mit einem hohen Gleichspannungspegel überlagert ist, der DC-Betrieb vorzuziehen. Andernfalls muß vor den Eingang des Meßverstärkers ein entsprechend großer Kondensator geschaltet werden. Dieser muß, vor allem bei Messungen an Hochspannungen, eine genügend große Spannungsfestigkeit besitzen. DC-Betrieb ist auch für die Darstellung von Logik- und Impuls-Signalen zu empfehlen; besonders dann, wenn sich dabei das Tastverhältnis ständig ändert. Andernfalls wird sich das Bild bei jeder Änderung auf und ab bewegen. Gleichspannungen sind ebenfalls in Stellung "DC" zu messen.

Signalspannungen zwischen zwei hochliegenden Schaltungspunkten werden oft im Differenzbetrieb beider Kanäle dargestellt. Auf diese Weise können z.b. Stör- oder Brummspannungen, die gleichphasig zwischen den Meßpunkten und Masse auftreten, eliminiert werden. Sind die Signale nicht gleichphasig oder in ihrer Amplitude verschieden, ist die Differenz-Messung mehr oder weniger fehlerhaft.

Größe der Signalspannung

In der allgemeinen Elektrotechnik bezieht man sich bei Wechselspannungsangaben in der Regel auf den Effektivwert. Für Signalgrößen und Spannungsbezeichnungen in der Oszilloskopie wird jedoch der Vss-Wert (Volt-Spitze-Spitze) verwendet. Letzterer entspricht den wirklichen Potentialverhältnissen zwischen dem positivsten und negativsten Punkt einer Spannung.

Will man eine auf dem Oszilloskopschirm aufgezeichnete sinusförmige Größe auf ihren Effektivwert umrechnen, muß der sich in Vss ergebende Wert durch $2 \times \sqrt{2} = 2{,}83$ dividiert werden. Umgekehrt ist zu beachten, daß in Veff angegebene sinusförmige Spannungen den 2,83-fachen Potentialunterschied in Vss haben. Die Beziehungen der verschiedenen Spannungsgrößen untereinander sind aus der nachfolgenden Abbildung ersichtlich.



Spannungswerte an einer Sinuskurve
Veff = Effektivwert; Vs = einfacher Spitzenwert
Vss = Spitze-Spitze-Wert; Vmom = Momentanwert

Die minimal erforderliche Signalspannung am Y-Eingang für ein 1cm hohes Bild beträgt ca. 5mVss. Es können jedoch auch noch kleinere Signale aufgezeichnet werden. Die Ablenkkoeffizienten an den Eingangsteilern, bezeichnet mit "Y-AMPL.", sind in mVss/cm oder Vss/cm angegeben. Die Größe der angelegten Spannung ermittelt man durch Multiplikation des eingestellten Ablenkkoeffizienten mit der Bildhöhe in cm. Wird mit Tastteiler 10:1 gearbeitet, ist nochmals mit 10 zu multiplizieren. Für Amplitudenmessungen muß der Feinregler am "Y-AMPL."-Schalter in seiner calibrierten Stellung stehen. Bei direktem Anschluß an den Y-Eingang kann man Signale bis 400Vss aufzeichnen. Ist das Meßsignal mit einer Gleichspannung überlagert, darf der Gesamtwert (Gleichspannung + einfacher Spitzenwert der Wechselspannung) des Signals am Y-Eingang ± 500V nicht überschreiten. Der gleiche Grenzwert gilt auch für normale Tastteiler 10:1, durch deren Teilung jedoch Signalspannungen bis ca. 700Vss auswertbar sind. Mit Spezialtastteiler 100:1 (z. B. HZ 37) können Spannungen bis ca. 2000Vss gemessen werden. Allerdings verringert sich dieser Wert bei höheren Frequenzen (siehe technische Daten HZ 37). Mit einem normalen Tastteiler 10:1 riskiert man bei so hohen Spannungen, daß der den Teiler-Längswiderstand überbrückende C-Trimmer durchschlägt, wodurch der Y-Eingang des Oszilloskops beschädigt werden kann. Soll jedoch z. B. nur die Restwelligkeit einer Hochspannung oszilloskopiert werden, genügt auch der 10:1-Tastteiler. Diesem ist dann noch ein entsprechend hochspannungsfester Kondensator (etwa 22 - 68nF) vorzuschalten.

Zeitwerte der Signalspannung

In der Regel sind alle aufzuzeichnenden Signale sich periodisch wiederholende Vorgänge, auch Perioden genannt.

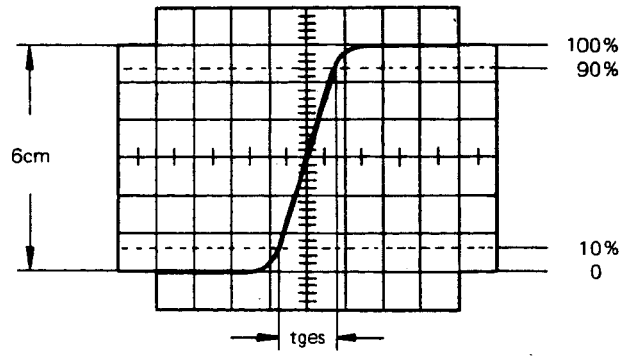
Die Zahl der Perioden pro Sekunde ist die Folgefrequenz. Abhängig von der Einstellung des "TIMEBASE"-Schalters können eine oder mehrere Signalperioden oder auch nur ein Teil einer Periode dargestellt werden. Die Zeitkoeffizienten am "TIMEBASE"-Schalter sind in s/cm, ms/cm und µs/cm angegeben. Die Skala ist dementsprechend in drei Felder aufgeteilt. Die Dauer einer Signalperiode bzw. eines Teils davon ermittelt man durch Multiplikation des betreffenden Zeitabschnitts (in cm) mit dem am "TIMEBASE"-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. Dabei muß der mit "VARIABLE" bezeichnete Zeit-Feinregler in seiner calibrierten Stellung stehen (Pfeil waagerecht nach rechts zeigend).

Ist der zu messende Zeitabschnitt im Verhältnis zur vollen Signalperiode relativ klein, sollte man mit gedehntem Zeitmaßstab ("X-MAGN." x5) arbeiten. Die ermittelten Zeitwerte sind dann durch 5 zu dividieren. Sehr kleine Ausschnitte an beliebigen Stellen des Signals sind jedoch genauer mit Hilfe der Ablenkverzögerung meßbar. Mit dieser können – stark gedehnt – auch Zeiten von weniger als 1% der vollen Periodendauer dargestellt werden. Der kleinste noch meßbare Zeitabschnitt ist im wesentlichen von der verfügbaren Helligkeit der Bildröhre abhängig. Die Grenze liegt etwa bei einer 500-1000fachen Vergrößerung. Mit aufgesetztem Lichtschutztubus ist u.U. auch noch 2000fach möglich. Dies setzt jedoch voraus, daß der am "TIMEBASE"-Schalter eingestellte Zeitkoeffizient für die Grundperiode größer als 50µs/cm ist, da immer die kleinste einstellbare Ablenkzeit die größtmögliche Dehnung bestimmt.

Bestimmend für das Impulsverhalten einer Signalspannung sind die Anstiegszeiten der in ihr enthaltenen Spannungssprünge. Damit Einschwingvorgänge, eventuelle Dachschrägen und Bandbreite-Grenzen die Meßgenauigkeit weniger beeinflussen, mißt man Anstiegszeiten generell zwischen 10% und 90% der vertikalen Impulshöhe. Für 6cm hohe und symmetrisch zur Mittellinie eingestellte Signalamplituden sind beide Werte auf dem Bildschirm durch horizontale Punktlinien markiert. Der Zeitabschnitt zwischen den beiden Punkten, an denen die Strahllinie oben und unten die Punktlinien kreuzt, ist dann die zu ermittelnde Anstiegszeit. Abfallzeiten werden sinngemäß genauso gemessen. Bei sehr kurzen Zeiten ist die Anstiegszeit des Oszilloskop-Meßverstärkers geometrisch vom gemessenen Zeitwert abzuziehen. Die Anstiegszeit der Signalspannung ist dann

$$ta = \sqrt{tges^2 - tosz^2}$$

Dabei ist tges die gemessene Gesamtanstiegszeit und tosz die vom Oszilloskop (bei HM 512-7 ca. 7ns). Liegen die Gesamtwerte über 50ns sind die Anstiegszeiten des Meßverstärkers vernachlässigbar. Die optimale Bildeinstellung und die Beziehung des Meßbereiches für die Anstiegszeit zur vollen Signalamplitude sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Anlegen der Signalspannung

Die Zuführung des aufzuzeichnenden Signals an den Y-Eingang des Oszilloskops ist mit einem abgeschirmten Meßkabel wie z.B. HZ 32 und HZ 34 direkt oder über einen Tastteiler 10:1 geteilt möglich. Die Verwendung der Meßkabel an hochohmigen Meßobjekten ist jedoch nur dann empfehlenswert, wenn mit relativ niederen Frequenzen (bis etwa 50kHz) gearbeitet wird. Für höhere Frequenzen muß die Meßspannungsquelle niederohmig, d.h. an die Kabelimpedanz (in der Regel 50 Ohm) angepaßt sein. Besonders bei der Übertragung von Rechteck- und Impulssignalen ist das Kabel unmittelbar am Y-Eingang des Oszilloskops mit einem Widerstand gleich dem Kabel-Wellenwiderstand abzuschließen. Bei Benutzung eines 50 Ohm-Kabels wie z.B. HZ 34 ist hierfür von HAMEG der 50 Ohm-Durchgangsabschluß HZ 22 erhältlich. Vor allem bei der Übertragung von Rechtecksignalen mit kurzer Anstiegszeit können ohne Abschluß an den Flanken und Dächern störende Einschwingverzerrungen sichtbar werden. Dabei ist zu beachten, daß man diesen Abschlußwiderstand nur mit max. 2 Watt belasten darf. Wird ein Tastteiler 10:1 (z.B. HZ 30) verwendet, ist kein Abschluß erforderlich. In diesem Fall ist das Anschlußkabel direkt an den hochohmigen Eingang des Oszilloskops angepaßt. Mit Tastteiler werden auch hochohmige Spannungsquellen nur geringfügig belastet (ca. 10MOhm//10pF). Deshalb sollte, wenn der durch den Tastteiler auftretende Spannungsverlust durch eine höhere Empfindlichkeitseinstellung wieder ausgeglichen werden kann, nie ohne diesen gearbeitet werden. Außerdem stellt die Längsimpedanz des Teilers auch einen gewissen Schutz für den Eingang des Meßverstärkers dar. Infolge der getrennten Fertigung sind alle Tastteiler nur vorabgeglichen; daher muß ein genauer Abgleich am Gerät vorgenommen werden.

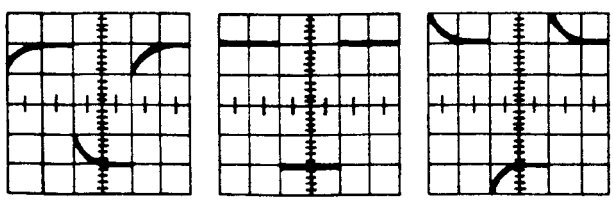
Wichtig für die Aufzeichnung kleiner Signalspannungen ist die Wahl des Massepunktes am Prüfobjekt. Er soll möglichst immer nahe dem Meßpunkt liegen. Andernfalls können evtl. vorhandene Ströme durch Masseleitungen oder Chassisteile das Meßergebnis stark verfälschen. Besonders kritisch sind auch die Massekabel von Tastteilern. Sie sollen so kurz und dick wie möglich sein.

Bei der Darstellung von Differenz-Signalen dürfen für die Entnahme der beiden Signalspannungen nur Tastteiler absolut gleicher Impedanz und Teilung verwendet werden. Für manche Differenz-Messungen ist es vorteilhaft, die Massekabel beider Tastteiler **nicht** mit dem Meßobjekt zu verbinden. Hierdurch können eventuell Brumm- oder Gleichtaktstörungen vermieden werden. Für wahlweisen Betrieb als Wechsel- oder Gleichspannungsverstärker hat jeder Kanal einen "AC-DC"-Schalter. In Stellung "DC" sollte nur bei sehr niederen Frequenzen gearbeitet werden oder dann, wenn die Erfassung des Gleichspannungsanteils der Signalspannung unbedingt erforderlich ist.

Vorsicht beim Anlegen unbekannter Signale an den Meßeingang! Auf jeden Fall sollten die Schalter für die Signalankopplung zunächst immer auf "AC" stehen. Ist die Strahllinie nach dem Anlegen der Signalspannung plötzlich nicht mehr sichtbar, kann es sein, daß die Signalamplitude viel zu groß ist und den Meßverstärker total übersteuert. Der "Y-AMPL."-Schalter muß dann nach links zurückgedreht werden, bis die vertikale Auslenkung nur noch 3-5cm hoch ist. Bei mehr als 400Vss großer Signalamplitude ist unbedingt ein Tastteiler vorzuschalten. Verdunkelt sich die Strahllinie beim Anlegen des Signals sehr stark, ist wahrscheinlich die Periodendauer des Meßsignals wesentlich länger als der am "TIMEBASE"-Schalter eingestellte Wert. Er ist dann auf einen entsprechend größeren Zeitkoeffizienten nach links zu drehen.

Abgleich des Tastteilers

Für naturgetreue Aufzeichnungen der Signale muß der verwendete Tastteiler 10:1 genau auf die Eingangsimpedanz des Meßverstärkers abgestimmt werden. Der HM 512 besitzt hierfür einen eingebauten Rechteckgenerator mit einer Folgefrequenz von etwa 1kHz und einer Ausgangsspannung von 0,2Vss. Die Toleranz beträgt nur ± 1%. Zum Abgleich wird der Teilerkopf mit der Spitze einfach an die mit einem Rechtecksignal bezeichnete Minibuchse gelegt und entsprechend dem mittleren Bild abgeglichen.



falsch richtig falsch

Der "TIMEBASE"-Schalter soll sich dabei in Stellung "0,2ms/cm" befinden. Steht der "Y-AMPL."-Schalter in der empfindlichsten Stellung, ist das aufgezeichnete Signal 4cm hoch. Da ein Tastteiler ständig größeren Bewegungen ausgesetzt ist, sollte man die Einstellung öfters kontrollieren.

Betriebsarten

Die gewünschte Betriebsart der Meßverstärker wird mit den Tasten im Y-Feld gewählt. Bei "Mono"-Betrieb stehen alle heraus. Dann ist nur Kanal I betriebsbereit. Wird die Taste "Mono/Dual" gedrückt, arbeiten beide Kanäle. Bei dieser Tastenstellung erfolgt die Aufzeichnung zweier Vorgänge nacheinander (alternating mode). Für das Oszilloskopieren sehr langsam verlaufender Vorgänge ist diese Betriebsart nicht geeignet. Das Schirmbild flimmert dann zu stark, oder es scheint zu springen. Drückt man noch die Taste "Alt/Chop", werden beide Kanäle innerhalb einer Ablenkperiode mit einer hohen Frequenz ständig umgeschaltet (chopped mode). Auch langsam verlaufende Vorgänge werden dann flimmerfrei aufgezeichnet. Für Oszillogramme mit höherer Folgefrequenz ist die Art der Kanalumschaltung weniger wichtig. Ist nur die Taste "Alt/Chop" gedrückt, werden die Signale beider Kanäle addiert (Summendarstellung). Wird dann noch Kanal I invertiert (Taste "Invert I" gedrückt), ist auch die Darstellung der Differenz möglich. Bei diesen beiden Betriebsarten ist die vertikale Position des Schirmbildes von den "Y-POS."-Reglern beider Kanäle abhängig.

Für XY-Betrieb wird die Taste "Hor. ext." betätigt. Das X-Signal wird über den Eingang von Kanal II zugeführt. Eingangsteiler und Feinregler von Kanal II werden bei XY-Betrieb für die Amplitudeneinstellung in X-Richtung benutzt. Max. Empfindlichkeit und Eingangsimpedanz sind dann in beiden Ablenkrichtungen gleich. Die mit "X-MAGN." bezeichnete Taste darf dabei nicht gedrückt sein. Die Grenzfrequenz in X-Richtung beträgt ca. 5MHz (-3dB). Jedoch ist zu beachten, daß schon ab 100kHz zwischen X und Y eine merkliche, nach höheren Frequenzen ständig zunehmende Phasendifferenz auftritt.

Triggerung und Zeitablenkung

Die Aufzeichnung eines Signals ist erst dann möglich, wenn die Zeitablenkung ausgelöst bzw. getriggert wird. Damit sich auch ein stehendes Bild ergibt, muß die Auslösung synchron mit dem Meßsignal erfolgen. Dies ist möglich durch das Meßsignal selbst oder eine extern zugeführte, aber ebenfalls synchrone Signalspannung. Steht der "LEVEL"-Regler in Stellung "AT", wird die Zeitlinie auch ohne angelegte Meßspannung geschrieben. In dieser Stellung können praktisch alle unkomplizierten, sich periodisch wiederholenden Signale über 30Hz Folgefrequenz gut stehend aufgezeichnet werden. Die Bedienung der Zeitbasis beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Zeiteinstellung. Mit "LEVEL"-Regelung kann die Auslösung bzw. Triggerung der Zeitablenkung an jeder Stelle des Kurvenverlaufes erfolgen. Soll die Aufzeichnung eines Signals mit einer negativen Flanke beginnen, muß die mit "+/—" bezeichnete Taste gedrückt werden. Der mit dem "LEVEL"-Regler erfaßbare Triggerbereich ist stark ab-

hängig von der Amplitude des dargestellten Signals. Ist sie kleiner als 1cm, erfordert die Einstellung wegen des kleinen Fangbereiches etwas Feingefühl.

Bei interner Triggerung und Einkanal-Betrieb muß der Schiebeschalter links vom "TIMEBASE"-Knopf in Stellung "I" stehen. Bei Zweikanal-Betrieb ist die Zuführung des internen Triggersignals wahlweise von Kanal I oder II möglich. In der Stellung "I/II" kann bei alternierendem Betrieb auch von beiden Kanälen gleichzeitig getriggert werden. Die beiden Signalfrequenzen können dabei zueinander asynchron sein. Die Darstellung nur eines Signals ist bei alternierendem Betrieb mit dieser Triggerart nicht möglich. In allen anderen Betriebsarten wird in Stellung "I/II" immer nur ein Kanal I durchgeschaltet.

Für externe Triggerung ist der Trigger-Wahlschalter auf "ext." umzuschalten und das Signal (0,5-5Vss) der Buchse "TRIG. EXT." zuzuführen. Bei Einkanal-Betrieb kann die Zuführung auch über den Eingang von Kanal II erfolgen (Trigger-Wahlschalter dabei in Position "II"). Dies ist besonders dann empfehlenswert, wenn die Amplitude des Triggersignals nicht zwischen 0,5 und 5Vss liegt, bzw. von unbekannter Größe ist. In diesem Fall kann sie mit dem "Y-AMPL."-Schalter von Kanal II in einem Bereich von 5mV bis ca. 200Vss an den Triggereingang der Zeitbasis optimal angepaßt werden. Von Vorteil ist es, wenn man das externe Triggersignal selbst erst einmal aufzeichnet und auf eine Amplitude von 3-6cm einstellt. Hierfür ist die Taste "Mono/Dual" zu drücken und eventuell der Eingangskopplungsschalter "DC-AC" von Kanal I nach "GD" zu schalten.

Die Ankopplung des Triggersignals ist intern wie extern mit dem oberen Triggerwahlschalter wählbar. DC-Triggerung ist jedoch nur dann zu empfehlen, wenn bei ganz langsamen Vorgängen auf einen bestimmten Pegelwert des Meßsignals getriggert werden soll oder wenn impulsartige Signale mit sich während der Messung ständig ändernden Tastverhältnissen dargestellt werden müssen. Bei interner DC-Triggerung empfiehlt es sich, immer mit "LEVEL"-Einstellung zu arbeiten. In Stellung "AT" besteht sonst die Möglichkeit, daß sich bei nicht exakt eingestellter DC-Balance die Triggerschwelle erhöht oder daß bei Signalen ohne Nulldurchgang die Triggerung ganz aussetzt. Die Balance muß dann auf jeden Fall korrigiert werden.

Wie bereits beschrieben, können einfache Signale automatisch, also ohne manuelle Betätigung des "LEVEL"-Reglers, getriggert werden. Die Folgefrequenz darf dabei auch schwankend sein. Wird jedoch das Tastverhältnis eines Rechtecksignals so stark verändert, daß sich der eine Teil des Rechteck zum Nadelimpuls verformt, kann die Bedienung des "LEVEL"-Reglers erforderlich werden. Bei Signalgemischen ist die Triggermöglichkeit abhängig von gewissen periodisch wiederkehrenden Pegelwerten. Die "LEVEL"-Einstellung auf diese Pegelwerte erfordert etwas Feingefühl. Soll z.B. das Video-Signal eines Fernsehempfängers mit Bildfrequenz oszilloskopiert werden, muß man zur Abschwächung der Zeilenimpulse den Triggerwahlschalter in Position "LF" bringen. Dies ist auch für die Triggerung anderer Signale unter 800Hz Folgefrequenz vorteilhaft, weil dann durch den eingeschalteten Tiefpaß hochfrequente Störungen und Rauschen in der Triggerspannungszuführung unterdrückt werden. Für die Triggerung hochfrequenter Signale (>1MHz) ist die Stellung "HF" vorzuziehen.

Wenn bei äußerst komplizierten Signalgemischen auch nach mehrmaligem gefühlvollen Durchdrehen des "LEVEL"-Reglers kein stabiler Triggerpunkt gefunden wird, kann in vielen Fällen der Bildstand durch Betätigung des "HOLD-OFF"-Reglers erreicht werden. Mit dieser Einrichtung kann die Sperrzeit der Triggerung zwischen zwei Zeitablenkperioden im Verhältnis 10:1 kontinuierlich vergrößert werden. Impulse oder andere Signalformen, die innerhalb dieser Sperrzeit auftreten, können nun die Triggerung nicht mehr beeinflussen. Besonders bei Burst-Signalen und Impulsfolgen gleicher Amplitude kann der Beginn der Triggerphase dann auf den jeweils günstigsten Zeitpunkt eingestellt werden.

Alle am "TIMEBASE"-Schalter einstellbaren Zeitkoeffizienten beziehen sich auf die rechte Anschlagstellung des mit "VARIABLE" bezeichneten Feinreglers und eine Länge der Zeitlinie von 10cm. Bei Linksanschlag wird die Ablenkzeit etwa um das 2,5-fache vergrößert. Dieser Wert ist jedoch nicht exakt kalibriert. Bei 5-facher Dehnung der Zeitachse (Knopf "X-POS." gezogen) ergibt sich in der obersten Stellung des "TIMEBASE"-Schalters eine maximale Auflösung von ca. 20ns/cm. Die Wahl des günstigsten Zeitbereiches hängt von der Folgefrequenz der angelegten Meßspannung ab. Die Anzahl der dargestellten Kurvenbilder erhöht sich mit der Vergrößerung des Zeitkoeffizienten.

Einmalige Vorgänge, einzelne Störimpulse usw. lassen sich mit einmaliger Zeitablenkung darstellen. Hierfür ist die Taste "Single" einzudrücken. Die über der "Reset"-Taste befindliche Leuchtdiode zeigt die Startbereitschaft der Zeitablenkung an. Leuchtet sie nicht, muß die "Reset"-Taste ebenfalls gedrückt werden. In manchen Fällen kann der "LEVEL"-Regler bei der Aufzeichnung von Einzelbildern in Position "AT" stehen. Der Strahlhinlauf beginnt dabei etwa in Höhe der Zeitlinie. Die Triggerung ist dann sehr empfindlich, aber schon sehr kleine, zufällig auftretende Störimpulse können die Ablenkung vorzeitig auslösen. Für die getriggerte Auslösung bei höheren oder tieferen Pegelwerten ist eine manuelle Bedienung des "LEVEL"-Reglers erforderlich. Eventuell ist die entsprechende Einstellung vorher bei normaler Zeitablenkung mit einer ähnlichen Signalspannung zu ermitteln. Richtig eingestellt, löst dann der nächstfolgende Triggerimpuls die Zeitablenkung einmalig aus. Für eine Wiederholung

des Vorgangs ist die "Reset"-Taste erneut zu drücken. Visuell können bei einmaliger Darstellung nur relativ langsame Vorgänge beobachtet werden. In den meisten Fällen empfiehlt sich eine fotografische Registrierung.

Ablenkverzögerung

Mit dieser Einrichtung kann die Auslösung der Zeitablenkung ab dem Triggerzeitpunkt um eine vorwählbare Zeit (bis max. 1s) verzögert werden. Damit besteht die Möglichkeit, praktisch an jeder Stelle einer Signalperiode mit der Zeitablenkung zu beginnen. Der dann dem Start der Zeitablenkung folgende Zeitabschnitt läßt sich durch Erhöhung der Ablenkgeschwindigkeit stark gedehnt darstellen. Vom 10µs-Bereich abwärts ist etwa 500fache Dehnung möglich. In sehr hellen Räumen ist evtl. für die Betrachtung eines stark gedehnten Bildes ein Lichtschutztubus (HZ 47) erforderlich. Gewisse Schwierigkeiten ergeben sich, wenn das zu untersuchende Signal stark jittert.

Die Handhabung der Ablenkverzögerung ist relativ einfach. Ausgehend von einem normal dargestellten Signal, das in der Regel etwa 1 - 2 Grundperioden enthalten sollte, wird zunächst der "DELAY"-Schiebeschalter von "norm." auf "search" umgeschaltet. Dabei verschiebt sich der Anfang der Strahllinie mehr oder weniger nach rechts. Steht der "DELAY"-Bereichsschalter in der ersten Stellung (0,1µs), ist es möglich, daß – abhängig von der am "TIMEBASE"-Schalter eingestellten Ablenkzeit – die Verschiebung kaum sichtbar ist. Man dreht dann den Bereichsschalter so weit nach rechts, bis die Strahllinie möglichst kurz vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. Die genaue Einstellung auf den Anfang des interessierenden Zeitabschnittes erfolgt an dem mit "x1 - x10" bezeichneten Feinregler. Der Drehbereich desselben umfaßt etwa 20 Umdrehungen und besitzt keinen Anschlag. An den Bereichsenden ist ein gewisses Schnappgeräusch wahrnehmbar. Bei Beginn der Delay-Bedienungsfolge sollte er immer in der linken Ausgangsposition stehen. Verschwindet die Zeitlinie nach dem Umschalten völlig, ist normalerweise der "DELAY"-Bereichsschalter auf eine zu hohe Verzögerungszeit eingestellt. Er ist dann wieder nach links zu drehen, bis der Anfang der Strahllinie vor dem zu vergrößernden Zeitabschnitt beginnt. Die Verschiebung des Strahlanfangs ist identisch mit der eingestellten Verzögerungszeit. Man ermittelt sie durch Multiplikation der Verschiebung in cm mit dem am "TIMEBASE"-Schalter eingestellten Zeitkoeffizienten. In der Folge wird nun der Schiebeschalter von "search" auf "delay" umgeschaltet. Dabei rückt der Anfang der Strahllinie, beginnend mit dem darzustellenden Zeitabschnitt, wieder in die gleiche Position wie in Stellung "norm.". Jetzt kann durch Hochschalten der Ablenkgeschwindigkeit am "TIMEBASE"-Schalter der interessierende Bereich stark gedehnt werden. Mit dem "DELAY"-Feinregler ist eine beliebige Verschiebung des gedehnten Zeitabschnitts möglich.

Wesentlich für das einwandfreie Arbeiten mit der Ablenkverzögerung ist das Erhalten des Triggerpunktes. Alle Signalarten mit konstanter Phasenverschiebung zwischen Triggereinsatz und dem vergrößert darzustellenden Ereignis sind in dieser Hinsicht problemlos. Gemeint sind damit alle elektrischen Vorgänge, die mit der Folgefrequenz sich ständig wiederholende Signalflanken gleicher Polarität und triggerbare Pegelwerte enthalten. Besteht keine Phasenkonstanz, kann die Triggerung beim Umschalten von "search" auf "delay" oder bei Veränderung der Ablenkzeit aussetzen. Man muß dann bereits bei der Darstellung der Grundperiode des Signals versuchen, einen mit dem zu vergrößernden Ereignis phasenstarren Triggerpunkt zu finden. Bei komplizierten Signalgemischen ist es jedoch möglich, daß die Aufzeichnung der Grundperiode mit anderen Signalanteilen überlagert ist. Diese verschwinden in der Regel beim Hochschalten der Ablenkzeit. Andernfalls wird unter Umständen der Bildstand der gedehnten Darstellung mit "LEVEL"- und "VARIABLE"-Regler erreicht. Mit Hilfe der Dehnung ("X-MAGN.") kann jeder Ausschnitt ohne Veränderungen an der Zeitbasis nochmals um den Faktor 5 vergrößert werden. Dies kann bei schwierig zu triggernden Signalen eine Hilfe sein.

Der Umgang mit der Ablenkverzögerung, besonders bei schwierig darzustellenden Signalgemischen, bedarf einer gewissen Erfahrung. Die Aufzeichnung von Ausschnitten einfacher Signalarten ist dagegen von Anfang an problemlos. Es ist zu empfehlen, immer in der beschriebenen Reihenfolge "normal/search/delay" vorzugehen, da sonst das Auffinden des gewünschten Zeitbereiches relativ schwierig sein kann. Der Einsatz der Ablenkverzögerung ist auch bei Zweikanal-Betrieb möglich.

Sonstiges

Die Sägezahnspannung des Ablenkgenerators (ca. 5Vss) ist über eine BNC-Buchse an der Rückseite des Gerätes herausgeführt. Der Belastungswiderstand sollte nicht kleiner als 10kOhm sein. Für die Entnahme ohne Gleichspannungspotential ist ein Kondensator zwischenzuschalten. Die Dunkeltastung des Strahles erfolgt durch Low-TTL-Pegel an der mit Z-Modulation bezeichneten BNC-Buchse, die sich ebenfalls auf der Rückseite des Gerätes befindet. Es sind keine höheren Spannungen als TTL-Pegel (5Vss) zulässig.

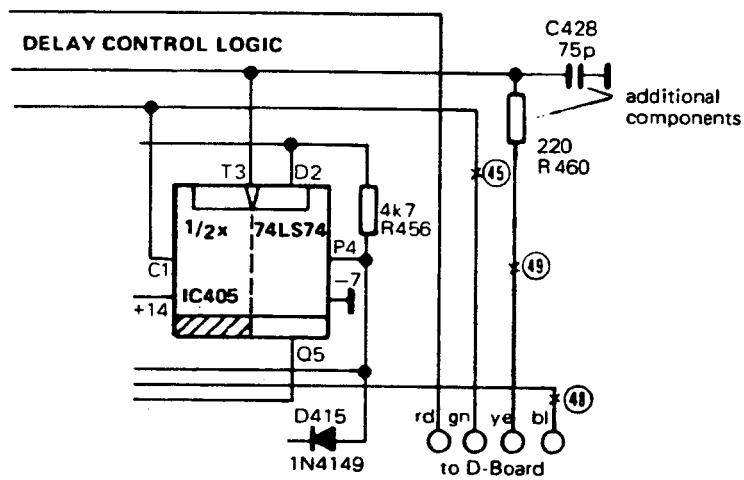
Für die fotografische Registrierung von Schirmbildern besitzt der HM 512 eine Rasterbeleuchtung. Ohne diese ist das für eine Auswertung erforderliche Meßraster normalerweise nicht sichtbar. Eine kontinuierliche Veränderung der Beleuchtung ist an dem mit "ILLUM." bezeichneten Regler möglich. Die optimale Einstellung ist jedoch auch von der verwendeten Kamera abhängig. Eventuell sind erst mehrere Probeaufnahmen erforderlich, bis das Meßraster auf den Bildern klar zu sehen ist.

MANUAL CHANGE INFORMATION HM 512-7 30.3.79

CHANGE	DESCRIPTION
Diagram Attenuator and Y-Preamplifier (EY-Board I and II)	
R 117, R119 (3k32 1%)	Change to 5k62 1% Tc=50ppm
C 114 (Capacitance not given)	2pF
Diagram Power Supply (Chassis)	
Mains Fuse F001: T 0,25A (220V; 237V)	Change to T 0,315A (time-lag; breaking capacity B)
Mains Fuse F001: T 0,5A (110V; 127V)	Change to T 0,63A (time-lag; breaking capacity B)

Diagram Delay Control (X-Board)

Circuit modification



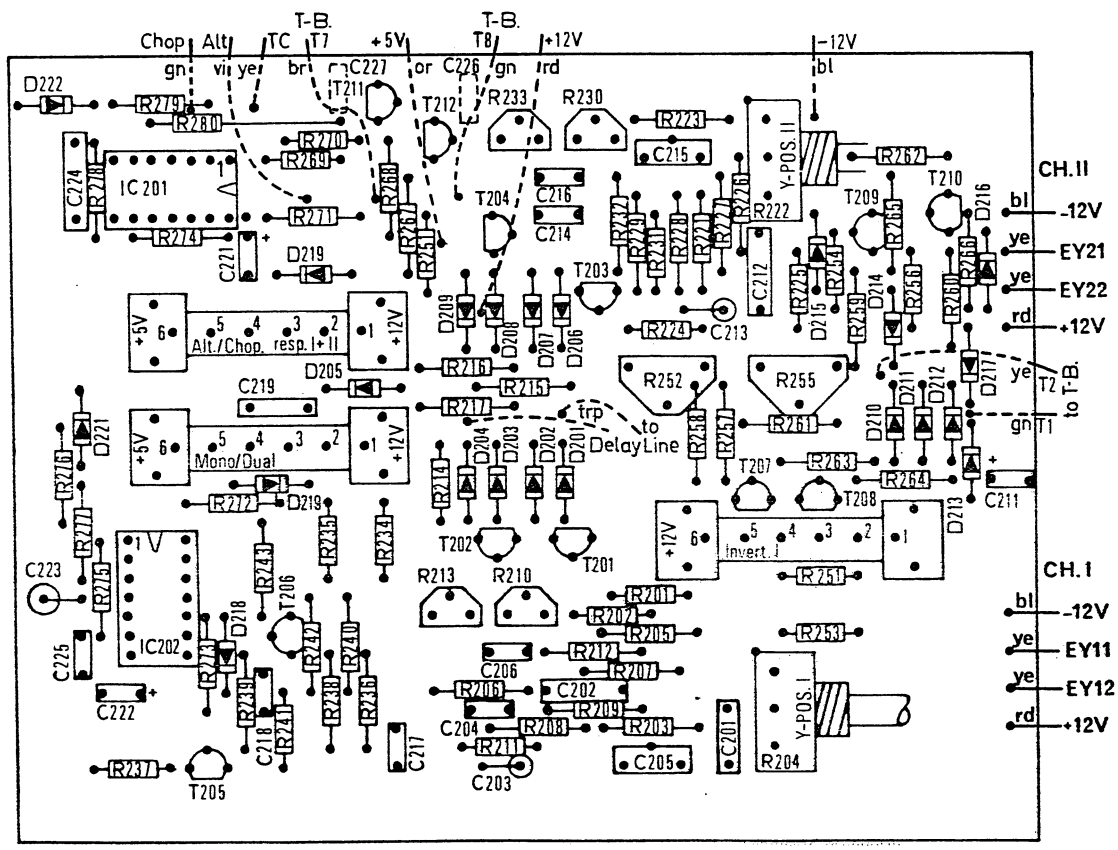
Electrical components on certain parts of the instrument are marked such that the first numeral is at:

Chassis	= 0 . . .
EY-Preamplifier Unit (EY-Board, Attenuator)	= 1 . . .
Y-Amplifier, Channel Switching, Trig. Pick-Off (Y-Board)	= 2 . . .
Trigger and Ext. X Signal Amplifier (Trigger Board)	= 3 . . .
Timebase and Trigger Circuit (X-Board)	= 4 . . .
CRT Circuit, X and Y Final Amplifiers, Power Supply (Z-Board)	= 5 . . .
Timebase Switch Unit (TB-Board)	= 6 . . .
Delay Unit (D-Board)	= 7 . . .
Supplementary Items (Wehnelt Z-Modulation)	= 8 . . .
HV-Converter (HV-Board)	= 9 . . .

All components of the Y-Inputs, Attenuators and Y-Preamplifiers exist doubly for Channel I and II.

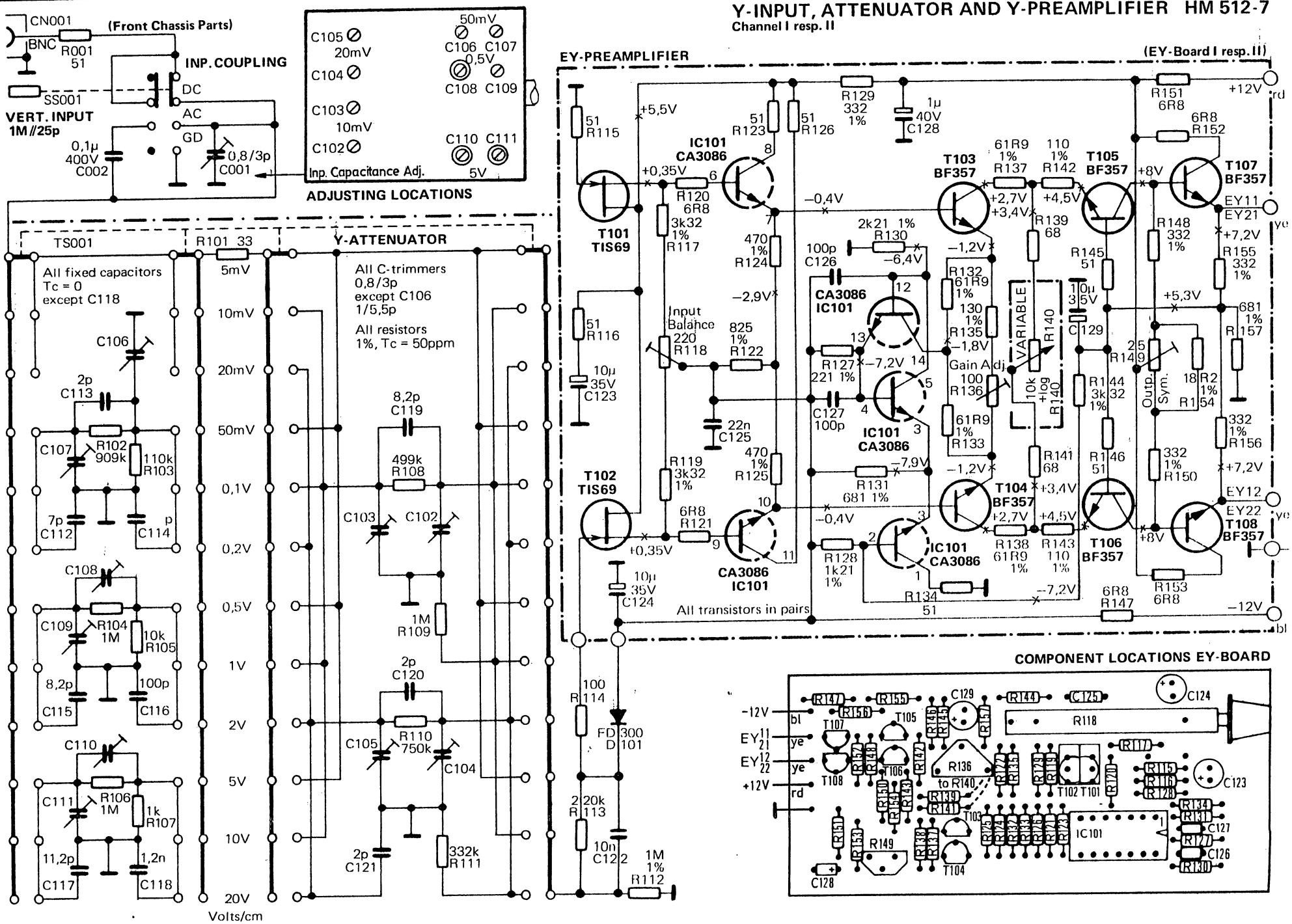
Distinctive mark:
T 101 – I refers to Ch. I
T 101 – II refers to Ch. II

COMPONENT LOCATIONS Y-BOARD

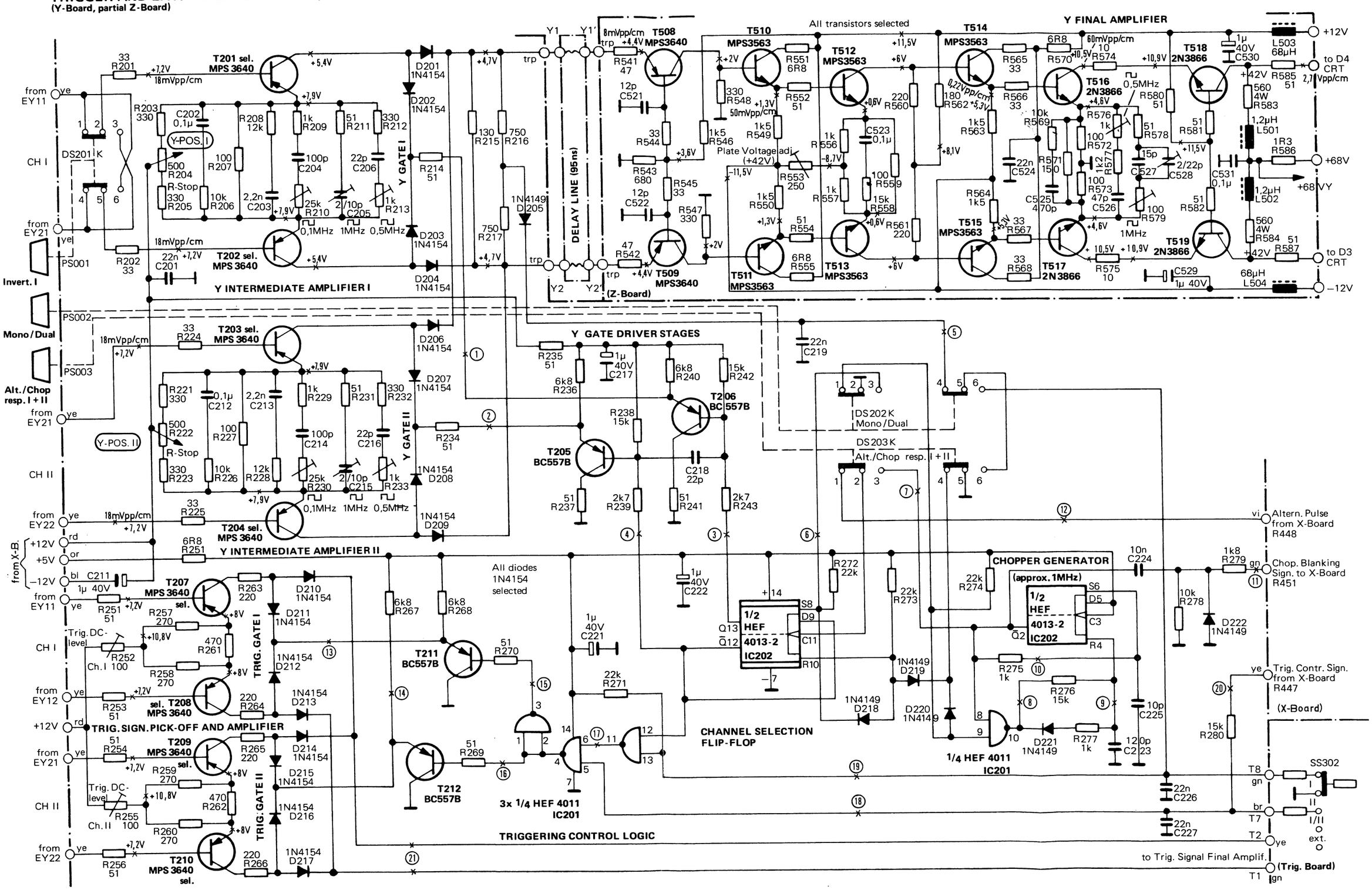


Y-INPUT, ATTENUATOR AND Y-PREAMPLIFIER HM 512-7

Channel I resp. II

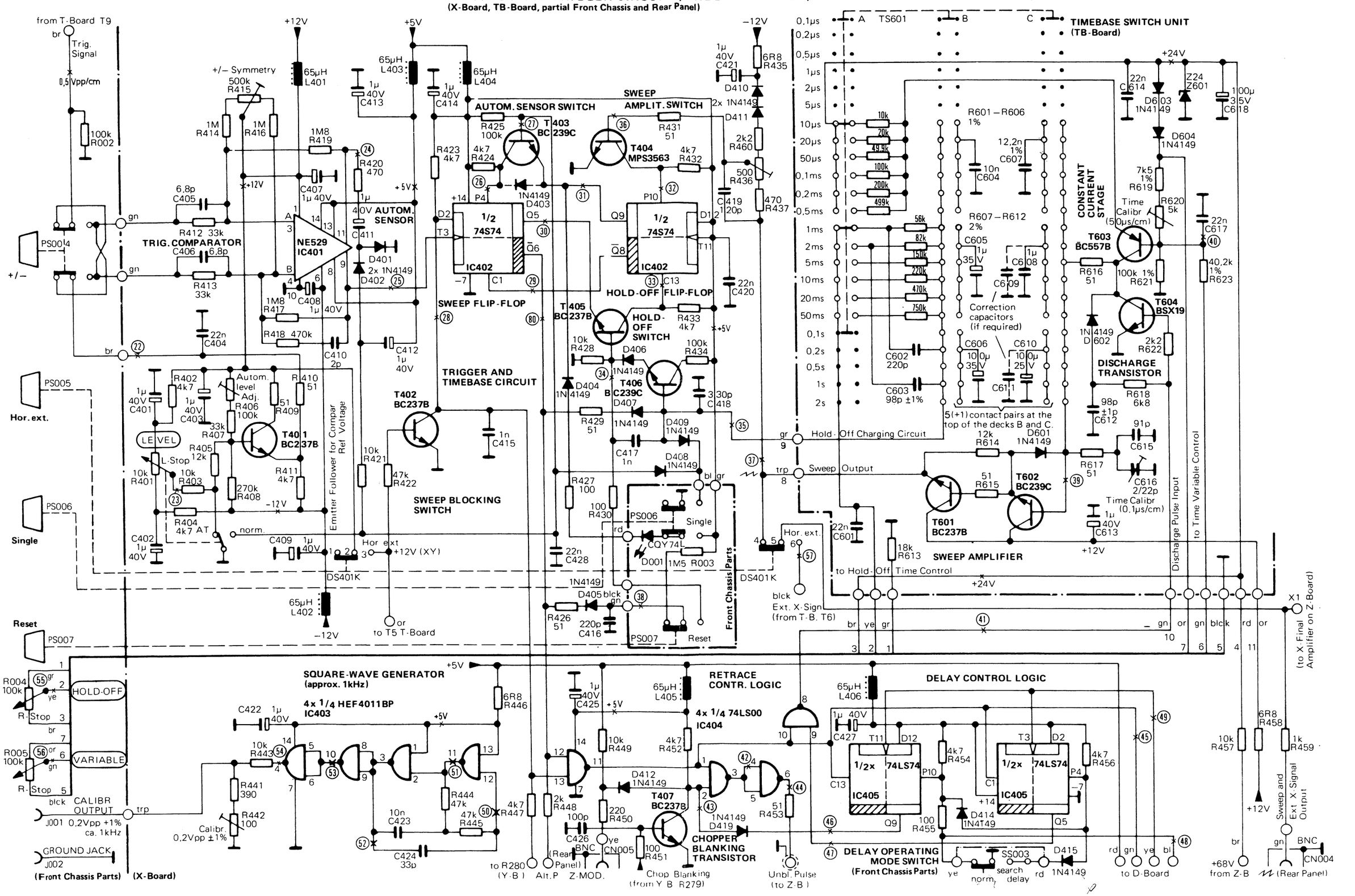


Y SIGNAL (AMPLIFIERS, DELAY LINE, CHANNEL SWITCHING, GATES, CHANNEL FLIP-FLOP, CHOPPER GENERATOR) HM 512-7
TRIGGER AND EXT. X SIGNAL (PICK-OFF, CHANNEL SWITCHING, TRIGGERING CONTROL LOGIC)
(Y-Board, partial Z-Board)

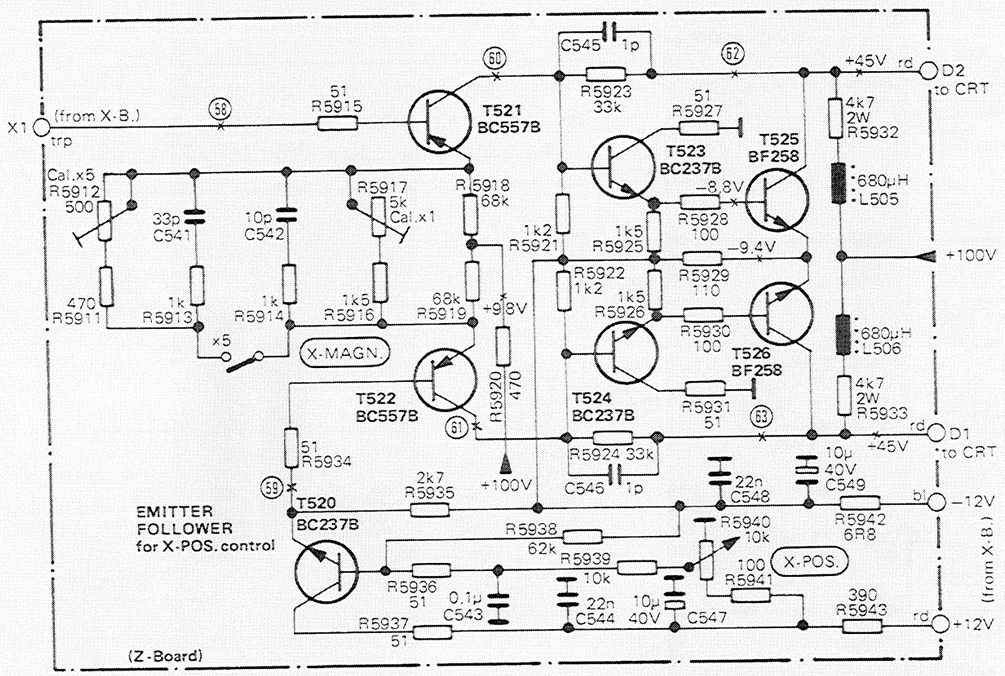


TIMEBASE AND TRIGGER CIRCUITS, SWEEP AMPLIFIER, RETRACE AND DELAY CONTROL, SQUARE-WAVE GENERATOR HM 512-7

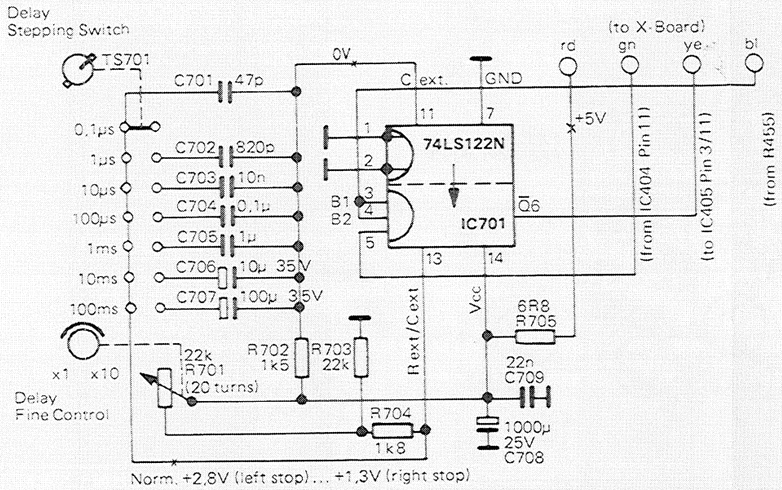
(X-Board, TB-Board, partial Front Chassis and Rear Panel)



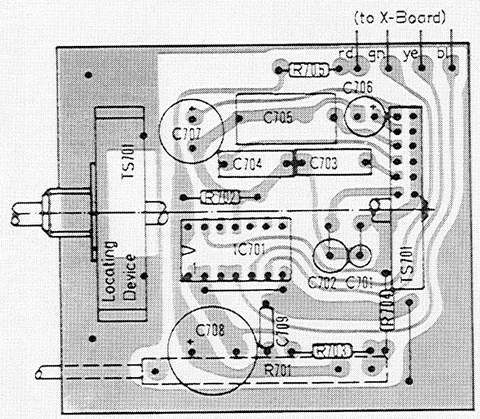
X FINAL AMPLIFIER
(Z-Board)



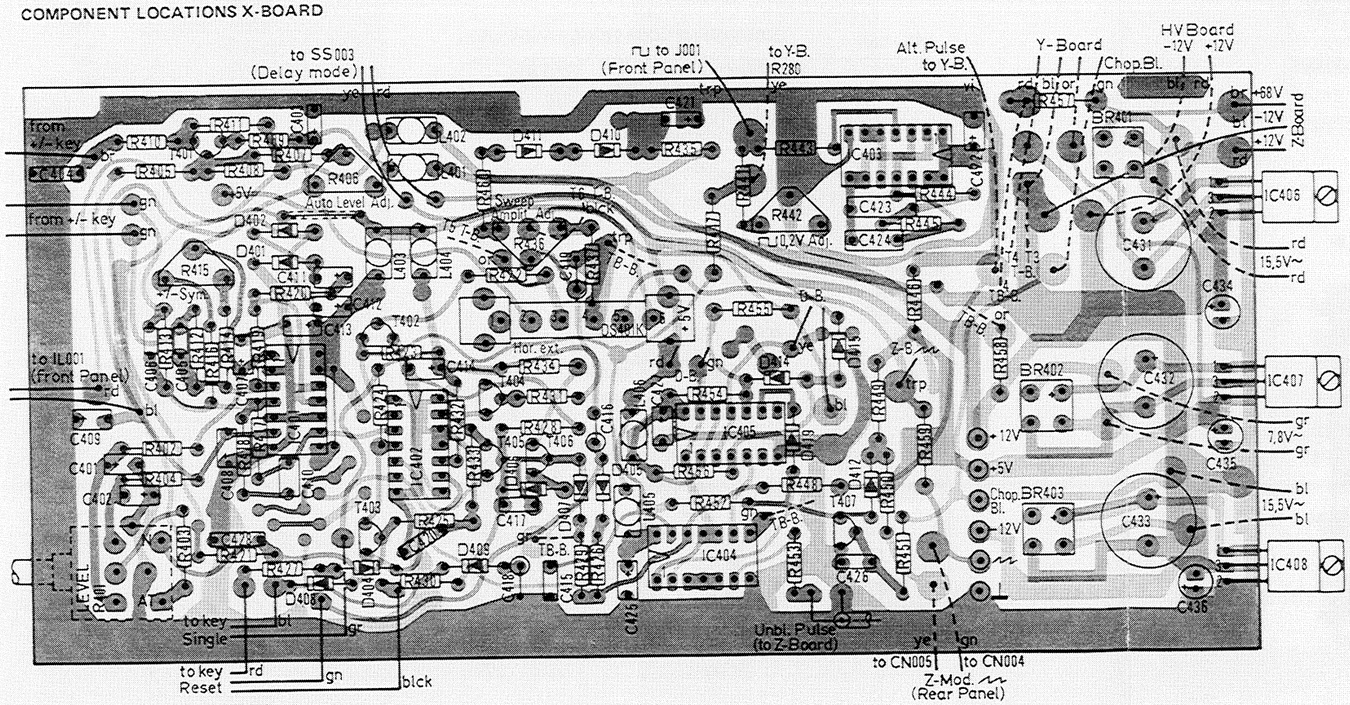
DELAY UNIT (STEPPING SWITCH, FINE CONTROL, MONOSTABLE MULTIVIBRATOR)
(Delay Board)



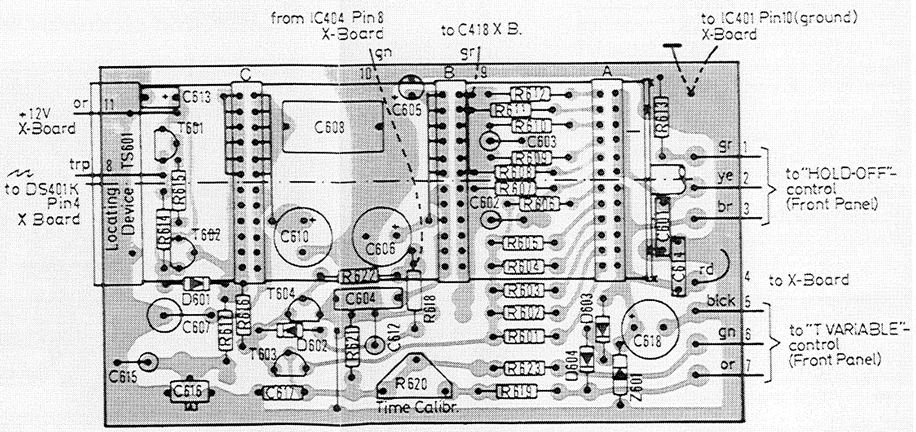
COMPONENT LOCATIONS DELAY BOARD



COMPONENT LOCATIONS X-BOARD

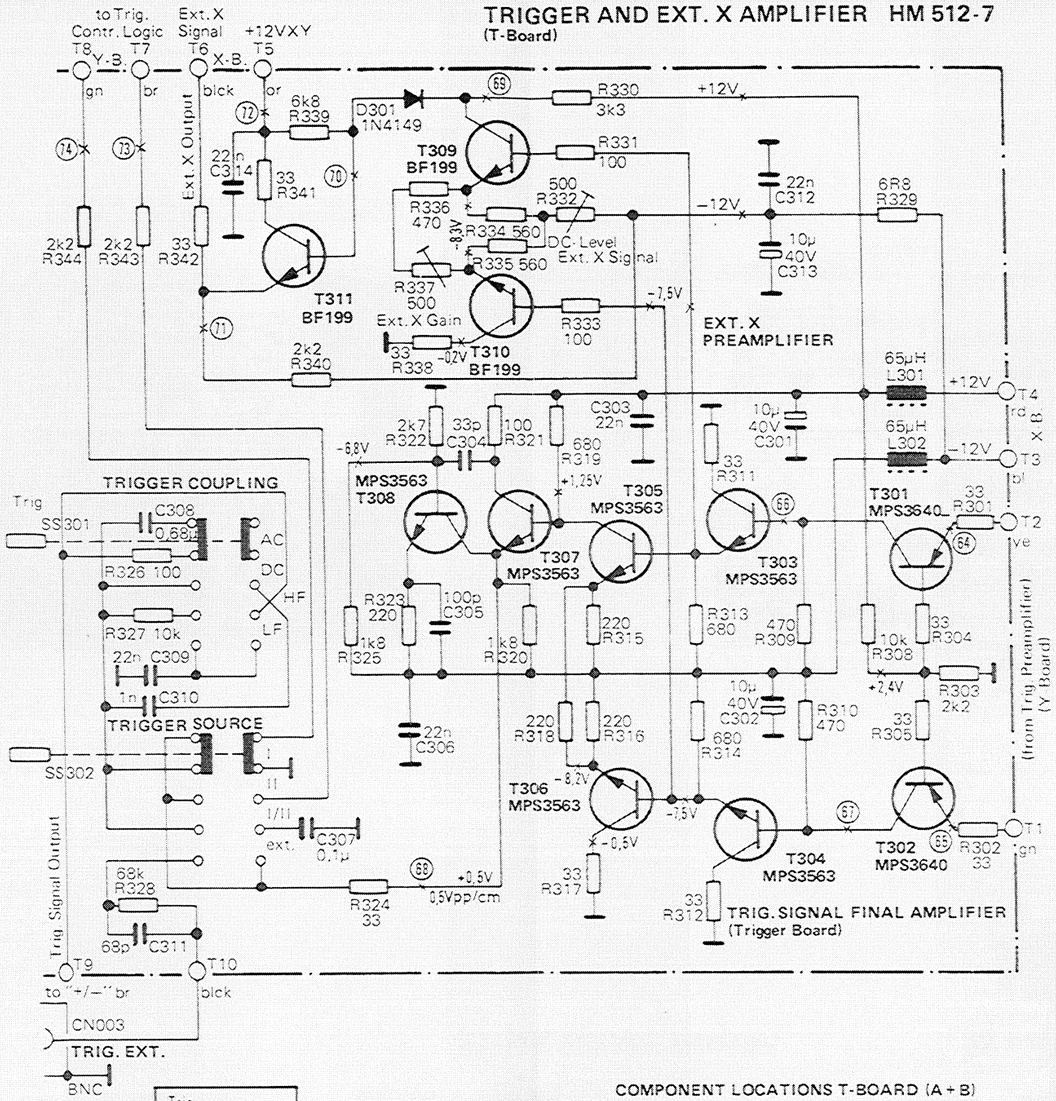


COMPONENT LOCATIONS TB-BOARD

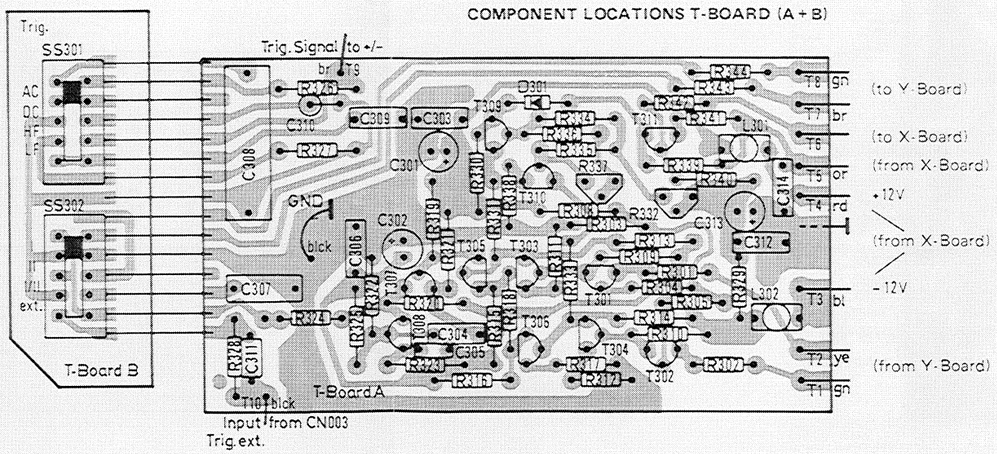


TRIGGER AND EXT. X AMPLIFIER HM 512-7

(T-Board)

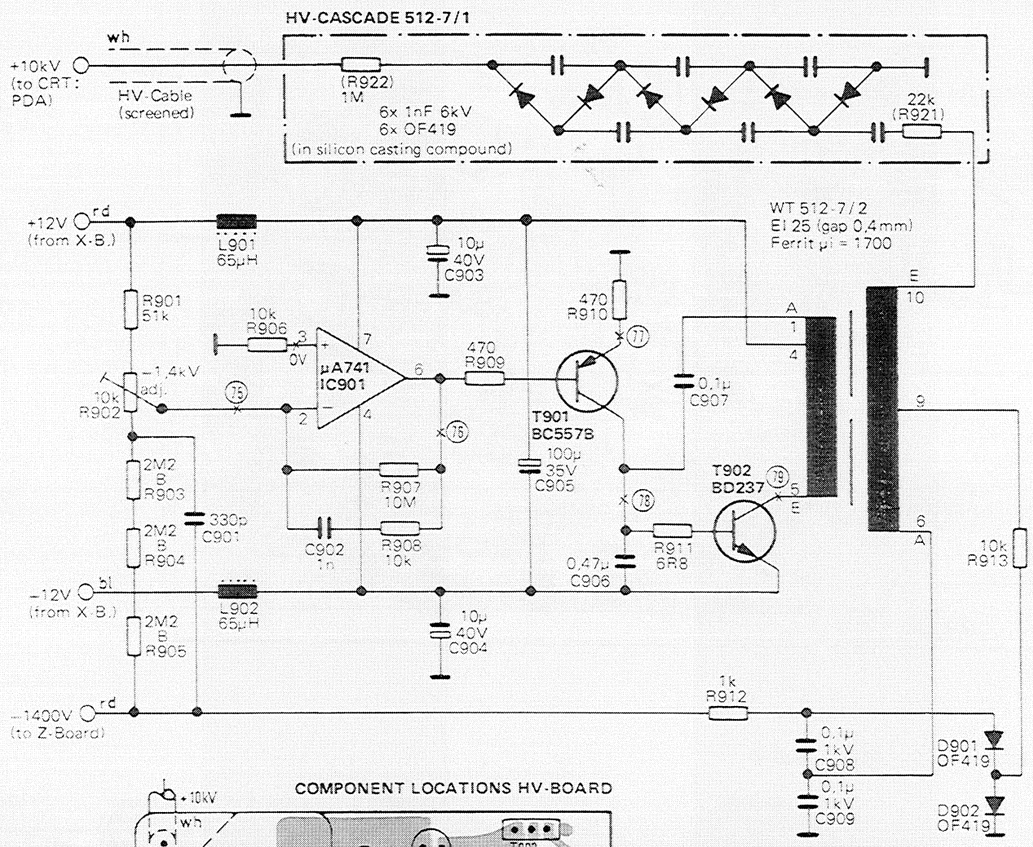


COMPONENT LOCATIONS T-BOARD (A + B)

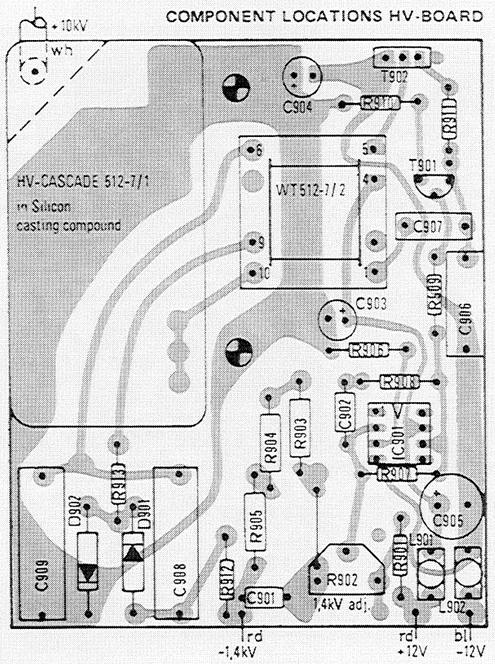


HIGH VOLTAGE CONVERTER HM 512-7

(HV-Board)

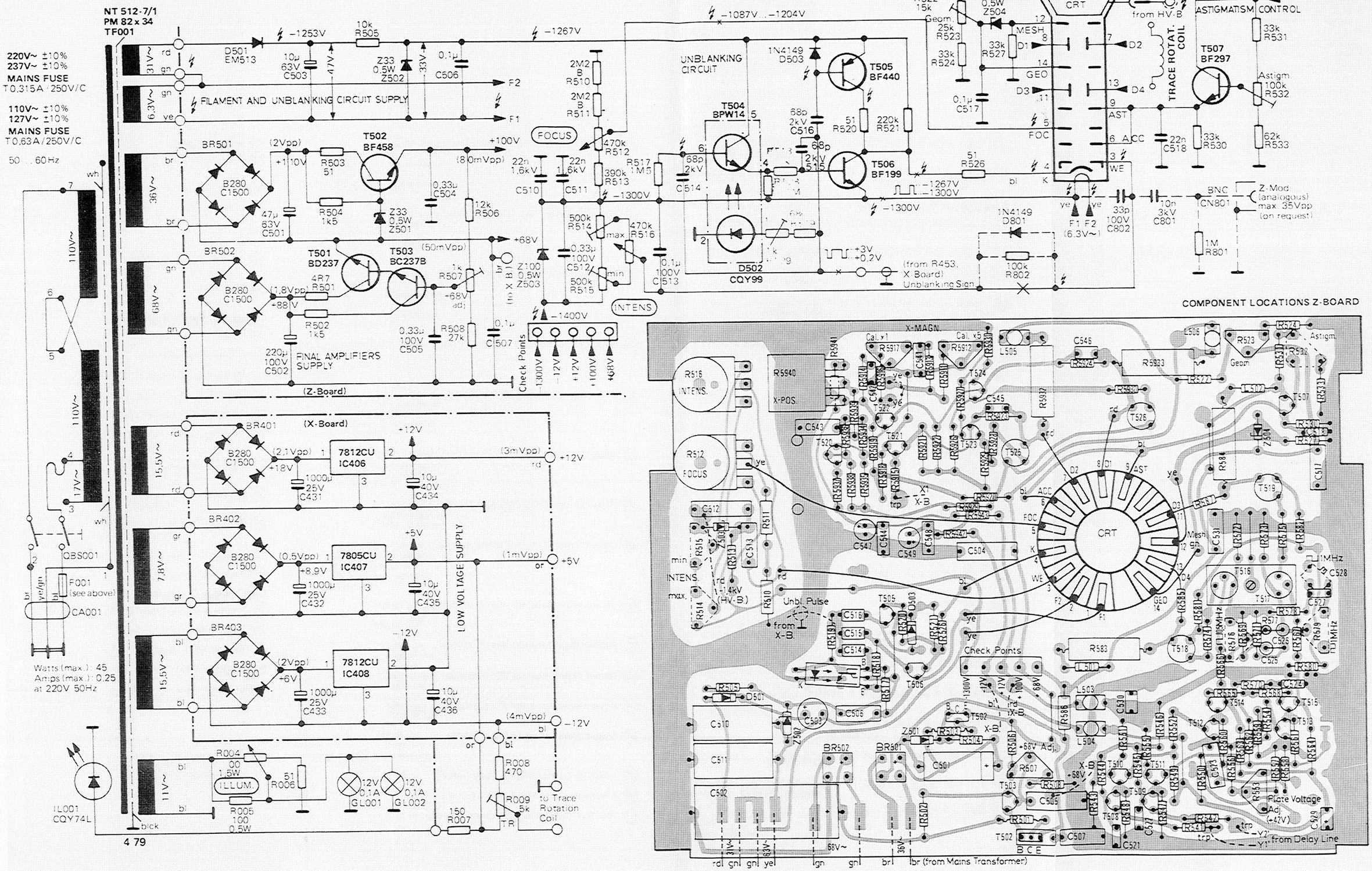


COMPONENT LOCATIONS HV-BOARD



POWER SUPPLY AND CRT CIRCUIT HM 512-7

(Z-Board, partial X-Board and Chassis)



COMPONENT LOCATIONS Z-BOARD

Voltage Measurements

Preliminary Remarks

All measured voltages in the diagrams are of value with the oscilloscope at normal operating conditions, if not otherwise stated:

Warmup time for specified accuracies is 20 minutes.
Presettings according to manual, page M2 512-7, if not otherwise stated.
Set the displayed time axis to graticule center between first and last vertical graticule lines with the X and Y position controls. Set timebase time coefficient to 50µs/cm.
Check DC-Balance according to manual, page M2 512-7.
Note that the given values in the push-pull amplifiers and on the deflection plates are large dependent from the adjusted positions of the position controls and other symmetry and balance control trimmers. Symmetry of that values is existing solely at a only position of the corresponding "POS." control.

Y, Trigger and X Ext. Signals

(1) Y Gate I Driver Stage (emitter T206) at alternate mode: +6,8V / +2,8V

(2) Y Gate II Driver Stage (emitter T205) at alternate mode: +6,8V / +2,8V

(3) Channel Selection Flip-Flop (output Q13, IC202) at Mono: +5V
at Dual: +5V / 0V

(4) Channel Selection Flip-Flop (output $\bar{Q}$12, IC 202) at Mono: 0V
at Dual: +5V / 0V

(5) Pin 4, DS202K at I + II mode: 0V
otherwise: +4,5V

(6) Pin 3, DS202K at Mono: +5V
at Dual: 0V

(7) Chopper Generator (output $\bar{Q}$2, IC202) at Chop: +4,5V / 0V
(distance approx. 1µs)
otherwise: +5V

(8) Chopper Generator (Inv. output 10, IC201) at Chop: +5V / +0,2V

(9) Chopper Generator (R4, IC202) at Chop: +3V / +1,5V

(10) Chopper Generator (S6, IC202) at Chop: +4V / 0V

(11) Chopper Blanking Signal (between R279 and R451) at Chop: +1V / –0,5V
(distance approx. 1µs)

(12) Altern. Pulse (Pin 1, DS203K): +3,8V / +0,2V

(13) Trig. Gate I (emitter T211) at Trig. I/II: +5V / +0,8V

(14) Trig. Gate II (emitter T212) at Trig. I/II: +5V / +0,8V

(15) Trig. Control (Pin 3, IC201) at Trig. I : +5V
at Trig. II : 0V
at Trig. I/II: +5V / 0V
at Trig. I/II + Chop: +5V

(16) Trig. Control (Pin 1, IC201) at Trig. I : 0V
at Trig. II : +5V
at Trig. I/II: +5V / 0V
at Trig. I/II + Chop: 0V

(17) Trig. Control (Pin 6 +11, IC201) at Trig. I: +5V
at Trig. II and Trig. I/II: +5V / 0V

(18) Trig. Control (Pin 5, IC201) at Trig. I : +5V
at Trig. II : +0,5V
at Trig. I/II : +5V
at Hor. ext.: +0,2V

(19) Trig. Control (Pin 13, IC201) at Trig. I : +0,5V
at Trig. II : +5V
at Trig. I/II : +5V
at Chop : 0V

(20) Trig. Control (between R280 and R447) at Hor. ext.: 0V
otherwise: +5V

(21) Trig. and Ext. X Preamplifier Output (T1 and T2): +3,45V and ever 5mVpp/cm (antiphase)

Timebase and Trigger Circuits

(22) Comparator Input Level (R410) at Automatical Trig.: +0,5V
at Normal Trig.: –3V ... +5,5V

(23) Level Control (R401 at slider) at Normal Trig.: –6V ... +6V

(24) Comparator Output (T3, IC402): +3,8V / +0,2V

(25) Comparator Output (Pin 11, IC401): +3,8V / +0,2V

(26) P 4 (IC402) at Autom. Trig. without signal: +5V / +0,2V
otherwise: +5V

(27) Base T403 at Autom. Trig. without signal: +0,8V
with signal: –1,8V
at Normal Trig. without signal: 0V
with signal: 0V

(28) D2 (IC402) at Sweep Mode: +5V
at Hor. ext. Mode: 0V

(29) C1 (IC402): +3,8V / +0,2V

(30) Q5 (IC402): +3,5V / +0,2V

(31) Q9 (IC402): +3,8V / +0,2V

(32) P10 (IC402): +5V / +1,2V

(33) C13 (IC402): +5V / +0,5V

(34) Base T405: +0,7V / 0V

(35) Base T406: +1,8V / +0,6V

(36) Base T404: +0,7V / –3,5V

(37) Timebase Sweep Output (Pin 4, DS401K): +4,2V / –1,2V

(38) PS007 (center contact) at Single: +4V
at Reset: 0V

(39) Timebase Switch Unit (Base T602): +5,5V / +0,1V

(40) Timebase Switch Unit (Base T603): at Variable (calibr.): +17,2V
atVariable (left stop): +21,7V

(41) Retrace Control (Pin 8, IC404) at Delay to norm. and search: +3,5V / 0V
to delay: +3,5V / 0V

(42) Retrace Control (Pin 4, IC404) at Delay to norm.: +4,5V / +0,1V
to search: +4,5V / +0,1V
to delay: +4,5V / +0,1V

(43) Retrace Control (Pin 2, IC404) at Delay to norm.: +5V
to search: +5V / +0,6V
to delay: +5V / +0,6V

(44) Retrace Control (Pin 6, IC404) at Delay to norm.: +3,2V / 0V
to search: +3,2V / 0V
to delay: +3,2V / 0V

(45) Delay Control (Pin C13, IC405) at Delay to norm. and search: +4,5V / +0,4V
to delay: +4,5V / +0,4V

(46) Delay Control (Pin Q9, IC405) at Delay to norm.: +5V
to search: +4,8V / 0V
to delay: +4,8V / 0V

(47) Delay Control (Pin Q5, IC405) at Delay to norm.: +4,5V
to search: +4,5V
to delay: +4,5V / 0V

(48) Delay Control (R455, SS003) at Delay to norm.: 0V
to search: +5V
to delay: +5V

(49) Delay Control (T11, T3, IC405) at Delay to norm.: +4,2V
to search: +4,2V / +0,2V
to delay: +4,2V / +0,2V

(50) Square-Wave Generator (Pin 12, IC403): +5,8V / –0,8V

(51) Square-Wave Generator (Pin 11, IC403): +5V / 0V

(52) Square-Wave Generator (Pin 3, IC403): +5V / 0V

(53) Square-Wave Generator (Pin 10, IC403): +5V / 0V

(54) Square-Wave Generator (Pin 4, IC403): +4,5V / 0V
(complete cycle approx. 1ms)

(55) Hold-Off Control (slider): +24V (calibr.) ... +3,8V

(56) T-Variable Control (slider): 0V (calibr.) ... +23V

(57) Hor. Ext. Signal (Pin 6, DS401K): 0,55Vpp/cm

X Final Amplifier

(58) Sweep X1 (R5915): +4,5V / –1V

(59) X-Pos. Control (Emitter T520): –2,3V ... +5,1V

(60) Collector T521: 0,2Vpp, DC-Voltage –8,2V

(61) Collector T522: –8,2V

(62) D2 (CRT): +85V / +20V

(63) D1 (CRT): +85V / +20V

Trigger and Ext. X Amplifier

(64) Emitter T301: +3,13V

(65) Emitter T302: +3,13V

(66) Base T303: –6,4V; 58mVpp/cm

(67) Base T304: –6,4V; 58mVpp/cm

(68) Emitter T307: +0,5V; 0,5Vpp/cm

(69) Collector T309 at Hor. ext.: +1,5V
otherwise: –2,8V

(70) Base T311 at Hor. ext.: +2,2V
otherwise: –11V

(71) Emitter T311 at Hor. ext.: +1,5V
otherwise: –12V

(72) Terminal T5 at Hor. ext.: +12V
otherwise: –12V

(73) Terminal T7: see 18

(74) Terminal T8: see 19

High Voltage Converter

(75) Control loop input (Pin 2, IC901): approx. 0V

(76) Pin 6, IC901: approx. –0,8V

(77) Emitter T901: approx. –0,2V

(78) Collector T 901: –11,7V; 1,2Vpp

(79) Collector T902: +35V / –12V

(80) $\bar{Q}$6 (IC402): +3,5V / 0V
(Sweep Flip-Flop)

KURZANLEITUNG für HM 512-7

Inbetriebnahme und Voreinstellungen

Gerät an Netz anschließen, Netztaste (rechts neben Bildschirm) eindrücken. Leuchtdiode zeigt Betriebszustand an. Die Masse des Gerätes ist erdfrei (erste Netztrafo-Schutzwicklung liegt am Netzschutzleiter). Keine andere Taste drücken und **"LEVEL"**-Regler auf **"AT"** (Automatische Triggerung) stellen.

"DELAY"-Schalter in Stellung "norm.".
"HOLD-OFF"-Regler in calibrierte Stellung

Am Knopf **"INTENS."** mittlere Helligkeit einstellen, mit den Reglern **"Y-POS."** und **"X-POS."** Zeitlinie auf Bildschirmmitte bringen. Anschließend Strahl fokussieren.

Betriebsart Meßverstärker

Kanal I: Alle Tasten im Y-Feld herausstehend.
Kanal I und II: Taste **"Mono/Dual"** gedrückt.
Kanalumschaltung alt. oder chop. wahlweise mit Taste **"Alt/Chop"**, Signale < 1kHz mit **"Chop"**.
Kanäle I + II (Addition): Nur Taste **"Alt/Chop"** drücken.
Kanäle – I + II (Differenz): Tasten **"Alt/Chop"** und **"Invert I"** drücken.

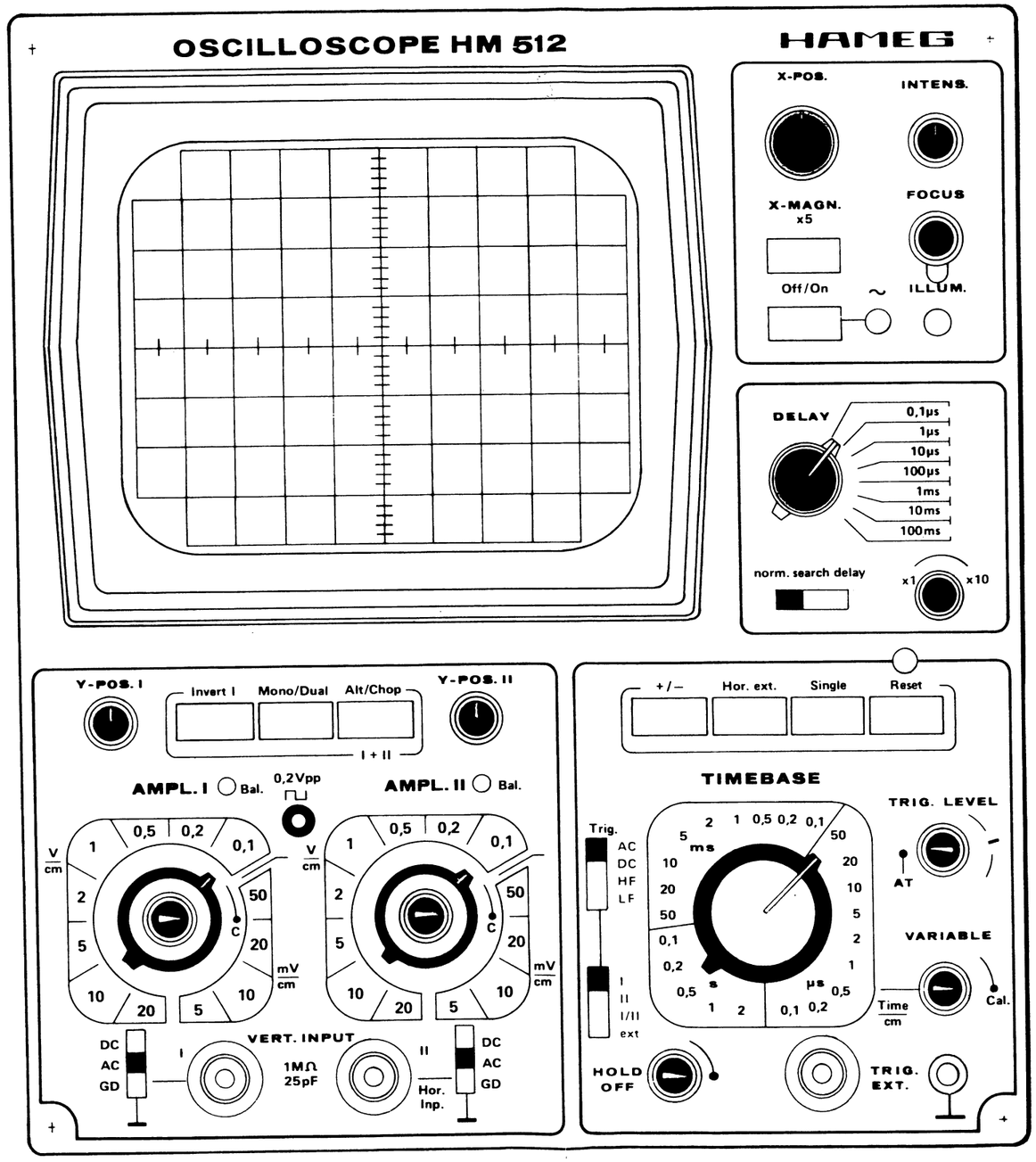
Betriebsart Zeitbasis

Triggerwahl mit Schalter **"I - II - I/II - ext."** und **"AC - DC - HF - LF"**.
Stellung **"I/II"** für interne alternierende Triggerung von K I und K II.
Polarität mit Taste **"+/–"** wählen.
Einzelbildauslösung mit Tasten **"Single"** und **"Reset"**.

Messung

Meßsignal der Buchse **"VERT. INP."** zuführen.
Tastteiler vorher mit eingebautem Generator abgleichen.
Meßsignal-Ankopplung auf **"AC"** oder **"DC"** schalten.
Mit Schalter **"Y-AMPL."** Signal auf gewünschte Bildhöhe einstellen.
Amplitudenmessung mit Y-Feinregler auf Rechtsanschlag.
Am **"TIMEBASE"**-Schalter Ablenkzeit wählen.
Zeitmessung mit **"VARIABLE"**-Regler auf Rechtsanschlag.
Bei komplizierten Signalen evtl. mit **"LEVEL"**-Einstellung, Triggerfilter und **"HOLD-OFF"**-Regler arbeiten.
Bei externer Triggerung Signal (0,5 - 5Vss) auf Buchse **"TRIG. EXT."**.
Ext. Horizontalablenkung (XY-Betr.) mit Taste **"Hor.ext."** (X-Eing. K II).
Dehnung **"x5"** mit Taste **"X-MAGN."** gedrückt.
Ausschnittvergrößerungen mit Ablenkverzögerung:
Stellung **"norm."** = Normalbetrieb.
Stellung **"search"**: mit **"DELAY"**-Schalter und Feinregler Beginn des Bildausschnitts suchen.
Stellung **"delay"**: mit **"TIMEBASE"**-Schalter Ausschnittlänge wählen.

FRONTBILD



HAME-00041 / Druck 7